DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang | 8. Juni 1928 | Heft 23

Das Protactinium als radioaktives und als chemisches Element[1].

Von Otto Hahn, Berlin-Dahlem.

Das Protactinium, das langlebige radioaktive Element mit der Ordnungszahl 91, beansprucht sowohl von seiten der Radioaktivitätsforschung als auch vom Standpunkt der allgemeinen Chemie ein besonderes Interesse. Für die Radioaktivität ist es von Bedeutung als direkte Muttersubstanz des Actiniums und als Anfangsglied der Actiniumreihe, deren Stellung zu den übrigen radioaktiven Reihen auch heute noch nicht geklärt ist. Als neues chemisches Element liegt seine Bedeutung darin, daß es in auch dem Chemiker zugänglichen Mengen in Uranmineralien vorkommt und seine Reinherstellung die Festlegung der genauen chemischen Eigenschaften dieses zweithöchsten Gliedes im periodischen System der Elemente erlauben wird.

Einige im Laufe der letzten Zeit im Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie durchgeführte Untersuchungen haben unsere Kenntnisse über das Protactinium sowohl in radioaktiver als auch chemischer Hinsicht erheblich gefördert, und die Frage der Reindarstellung dieses neuen Elements kann heute praktisch als gelöst gelten.

Das Protactinium wurde 1918 von Hahn und Meitner[2] und unabhängig davon von Soddy und Cranston[3] aufgefunden und der Nachweis erbracht, daß es in der Tat die lange gesuchte Muttersubstanz des Actiniums ist. Hahn und Meitner konnten dabei gleichzeitig die wichtigsten anderen Eigenschaften des neuen Elements feststellen. Der von uns vorgeschlagene Name Protactinium wurde seitdem allgemein angenommen.

Das Protactinium ist ein Homologes des Tantals, diesem also in seinen allgemeinen chemischen Eigenschaften ähnlich und hat, wie sich bald herausstellte, eine sehr hohe Beständigkeit. Durch diese Eigenschaft beansprucht es gegenüber den meisten anderen Radioelementen, die im allgemeinen so instabil sind, daß sie in wägbaren Mengen nicht vorkommen, ein besonderes Interesse. Die Bestimmung der Halbwertszeit dieses neuen Elements war also eine Frage von besonderer Wichtigkeit. Denn je größer diese ist, desto mehr ist von der Substanz in einem Uranmineral enthalten, desto größer sind die Aussichten, sie in auch dem Chemiker zugänglichen Mengen zu gewinnen. Natürlich war es nicht möglich, die Umwandlungsgeschwindigkeit der neuen Substanz durch direkte Aktivitätsmessungen zu bestimmen; dafür ist die Zerfallsgeschwindigkeit viel zu klein. Es bot sich aber ein anderer Weg dar, der prinzipiell durchaus zuverlässige Werte geben muß. Das Prinzip der Methode ist folgendes: Wir kennen die Aktivität des Protactiniums im Vergleich zu der des Urans, wenn das Protactinium mit dem Uran sich im radioaktiven Gleichgewicht befindet. Die Anzahl der α-Strahlen des Protactiniums beträgt dann 1,5 % von der des Urans (U I + U II). Trennt man nun das Protactinium quantitativ vom Uran ab, so bildet letzteres oder ein mit ihm zusammen vorkommendes Uranisotop das Protactinium nach, und zwar geschieht diese Nachbildung in dem Tempo der Halbwertszeit des Protactiniums.

Der einfachste Weg zur Lösung dieser Frage war also die Untersuchung älterer Uransalze von möglichst genau bekanntem Alter auf ihren Gehalt an Protactinium. Nach einer Umfrage bei Fachkollegen gelangten Frl. Meitner und ich in den Besitz einiger alter Uransalze, deren Mindestalter bekannt war. Mit diesen Präparaten wurden Protactiniumbestimmungen durchgeführt, und wir erhielten als Halbwertszeit für das Protactinium den Wert 12000 Jahre. Nach der Natur der Dinge mußte dies aber einen *Minimalwert* vorstellen. Denn diese Methode setzt voraus, daß das Uransalz ursprünglich völlig frei von Protactinium war, das gefundene Protactinium also tatsächlich während der angenommenen Zeit nachgebildet war; andererseits waren die angegebenen *Alterswerte* untere Grenzen, die Präparate konnten älter sein, also mehr Protactinium nachgebildet haben.

Bei der Wichtigkeit der Kenntnis der Halbwertszeit des Protactiniums hat nun im Laufe der letzten Jahre Hr. E. Walling auf meine Veranlassung neue Bestimmungen dieser wichtigsten Konstante des Protactiniums vorgenommen, und zwar unter Bedingungen, denen die unvermeidlichen Irrtumsmöglichkeiten der früheren Bestimmungen nicht mehr anhafteten[1]. Die eine Verbesserung bestand darin, daß die verwendeten Uranpräparate in bezug auf ihren Protactiniumgehalt ein einwandfrei definiertes Alter hatten. Um dies sicherzustellen, habe ich vor einigen Jahren das Protactinium quantitativ aus ihnen abgetrennt, so daß der Zeitpunkt der beginnenden Nachbildung und die ursprüngliche Reinheit einwandfrei gegeben waren. Die Trennung geschieht durch fraktionierte Krystallisation der Nitrate, bei der das

[1] Nach einem am 20. Oktober 1927 in der Preußischen Akademie der Wissenschaften gehaltenen Vortrage. Sitz.-Ber. d. Pr. Ak. d. Wiss. XXXI—XXXIV, 275. 1927.

[2] O. Hahn und L. Meitner, Phys. Zeitschr. 19, 208. 1918.

[3] F. Soddy und J. A. Cranston, Proc. of the roy. soc. 94, 384. 1918.

[1] Eingehende Angaben über die Vorbereitung der Präparate und die Durchführung der Versuche finden sich in der demnächst erscheinenden Dissertation von Hrn. E. Walling.

Protactinium ins Filtrat geht (keine Mischkrystalle, keine Adsorption). Diese Präparate wurden nun einige Jahre unverarbeitet stehengelassen und dann die Protactiniumabtrennung gemacht. Die Dauer der Nachbildung des Protactiniums aus dem vorher an Protactinium freien Uransalz war also genau bekannt.

Die andere Verbesserung bestand in der Verwendung eines radioaktiven Indicators zur Feststellung der genauen Ausbeute an Protactinium bei dessen Abtrennung aus dem Uran. Dieser Indikator war das kurzlebige β-strahlende Uran Z, das ich vor einigen Jahren als Seitenprodukt des Zerfalls von Uran X aufgefunden habe[1]. Das Uran Z ist ein Isotop des Protactiniums, d. h. also, beide stehen im periodischen System an derselben Stelle, sie haben gleiche chemische Eigenschaften. Das Uran Z hat nun die zu radioaktiven Messungen sehr bequeme Halbwertszeit von 6,7 Stunden und emittiert β-Strahlen, die sich leicht elektroskopisch messen lassen. Werden nun das Protactinium wie das Uran Z aus der auf ihren Protactiniumgehalt zu prüfenden Lösung nach irgendeinem chemischen Abscheidungsverfahren abgeschieden, dann ist die Ausbeute für beide Substanzen wegen ihrer chemischen Gleichheit absolut gleich. Die Ausbeute an Uran Z läßt sich wegen dessen charakteristischen Eigenschaften recht genau bestimmen; sie ergibt sich direkt aus dem Verhältnis der bei der Abtrennung gemessenen Uran Z-Aktivität zu der Gleichgewichtsaktivität des Uran Z in dem zur Verarbeitung gelangten Uransalz[2].

Mit der Ausbeute an Uran Z hat man dann also zugleich die Ausbeute des dem Uran Z isotopen Pa und damit den Gehalt des Protactiniums in dem betreffenden Uransalz.

An einem Beispiel seien einige Zahlen angegeben: Verwendet wurden 1,4 kg Urannitrat mit einem Gehalt an Uranelement von 700 g. Die α-Aktivität dieser Uranmenge ist in willkürlichen Einheiten 5,07 Millionen. Die mit dieser Uranaktivität im radioaktiven Gleichgewicht stehende Protactiniumaktivität würde 94000 betragen. (Dieser Wert ergibt sich aus dem Abzweigungsverhältnis Protactinium: Uran unter Berücksichtigung des verschiedenen Ionisierungvermögens der Protactinium-α-Strahlen zu denen der α-Strahlen von Uran I + Uran II.) Das ursprünglich protactiniumfreie Uran wurde auf Protactinium verarbeitet, nachdem es 3,63 Jahre unverarbeitet dagestanden, während dieser Zeit also sein Protactinum nachgebildet hatte. Die in dieser Zeit gebildete Protactiniumaktivität ergab sich aus der direkt gemessenen Aktivität von 5,54 Einheiten unter Berücksichtigung der nach der Indikatormethode bestimmten Ausbeute von 48,4 % zu insgesamt 11,45 Einheiten, gegenüber der Gleichgewichtsaktivität von 94000 Einheiten. Aus diesen Daten läßt sich nun die Halbwertszeit nach den Gesetzen der radioaktiven Umwandlung direkt bestimmen. Sie berechnet sich in diesem Falle zu 20700 Jahren.

Andere Bestimmungen, in derselben Weise durchgeführt, ergaben die folgenden Werte:

15700, 19700, 20900 Jahre.

Unter diesen Bestimmungen war die, die den Wert 15700 Jahre ergab, die erste. Wenn uns auch kein direkter Fehler bekannt ist, der sich bei dieser Bestimmung eingeschlichen haben könnte, so halten wir doch die späteren Werte für zuverlässiger. Als Mittelwert aus den vier Bestimmungen findet man 19300 Jahre, und da wir die niedrige erste Bestimmung nicht als so einwandfrei bewerten wie die drei späteren, schließen wir aus unseren Versuchen auf eine Halbwertszeit von 20000 Jahren, mit einer Fehlermöglichkeit von $\pm$ 10 %.

Aus dem angeführten Zahlenbeispiel sieht man, um welch außerordentlich geringe Aktivitäten von Protactinium es sich bei diesen Bestimmungen handelt, und es bedurfte besonderer Vorsichtsmaßregeln, um die Versuche ohne Infektion mit anderen radioaktiven Stoffen durchzuführen. Selbstverständlich wurde in allen Fällen aus der Art und Durchdringbarkeit der Strahlen der Nachweis erbracht, daß es sich bei der gemessenen Aktivität, nachdem das Uran Z und Uran X zerfallen waren, um im radioaktiven Sinne reines Protactinium handelte, also irgendeine Infektion mit anderen aktiven Substanzen nicht stattgefunden hatte.

Legt man die neu ermittelte Halbwertszeit des Protactiniums von 20000 Jahren den folgenden Berechnungen zugrunde, so ergibt sich die Gewichtsmenge des Protactiniums pro Gramm Uran I zu

$$\frac{20 \cdot 10^3}{4{,}5 \cdot 10^9} \cdot 0{,}03 \cdot \frac{230}{238} = 1{,}29 \cdot 10^{-7}\ \text{g}\,.$$

Als Halbwertszeit des Uran I ist dabei der Wert $4{,}5 \cdot 10^9$ Jahre, für das Atomgewicht des Protactiniums 230 angenommen. Da gewichtsmäßig das in der Natur vorkommende Mischelement Uran (I + II) zu 99 % oder mehr aus U I besteht, bezieht sich die obige Angabe also praktisch auch auf das gewöhnliche Uran. Eine Tonne eines beliebigen Uranminerals enthält also 129 mg Gewicht Protactiniumelement oder rund 150 mg Protactiniumpentoxyd (Pa_2O_5). Die entsprechende Radiummenge pro Tonne Uran ist 340 mg Radiumelement. In Uranmineralien finden sich also auf 100 Teile Radium rund 40 Gewichtsteile Protactinium. Wenn man bedenkt, daß heute auf der Erde bereits mehrere 100 Gramm Radium hergestellt sind, und daß in Belgien zur Zeit aus den hochwertigen Uranerzen des Kongostaates mehrere Gramm pro Monat gewonnen werden können, dann sieht man, daß theoretisch dem nichts im Wege steht, auch das neue radioaktive Element grammweise zu gewinnen.

Wie steht es nun aber mit der chemischen Herstellbarkeit dieser Substanz? Ein geeignetes Ausgangsmaterial sind die bei der Uran- und Radiumfabrikation zurückbleibenden letzten un-

[1] O. HAHN, Ber. d. Chem. Ges. 54, 1131. 1921.
[2] O. HAHN, Zeitschr. f. phys. Chem. 103, 461. 1923.

löslichen Rückstände, die sog. Rückrückstände. In solchen Rückständen haben L. MEITNER und der Verfasser seinerzeit auch das Protactinium entdeckt. Sie enthalten etwa 50 % des in dem Mineral enthaltenen Protactiniums, dagegen nur geringere Mengen der übrigen radioaktiven Elemente. Durch Verarbeitung von etwa 10 kg dieser Rückstände haben wir schon vor einer Anzahl von Jahren Protactiniumpräparate gewonnen, die mehr als 500 mal so stark waren als gleiche Mengen Uran; nach Gewichtsprozenten Protactinium berechnet, waren diese Präparate aber noch sehr verdünnt, sie enthielten höchstens einige Zehntel Prozent. Wir haben dann den Versuch gemacht, durch eine Verarbeitung in viel größerem Maßstabe stärkere Präparate zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wurden uns im Jahre 1920 von der Wiener Akademie der Wissenschaften 200 kg Rückrückstände gütigerweise zur Verfügung gestellt. Eine Rohaufarbeitung geschah in der Oranienburger Fabrik der Deutschen Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft unter Leitung der HH. Direktor PETERS und Dr. OPPENHEIMER[1]. Leider waren zu dieser Zeit aber die Abscheidungsbedingungen noch nicht sehr gut bekannt; auch die Bewältigung der Materialschwierigkeiten für große Flußsäuremengen und die Beschaffung einwandfreier Reagenzien war in diesen schlimmsten Jahren nach dem Kriege so schwer, daß der Erfolg nicht sehr befriedigend war. Mit Hilfe unserer Mitarbeiter Dr. H. GILLE und Dr. K. E. PÜTTER erhielten wir als bestes angereichertes Material etwas über 500 g eines auf das etwa 50fache des ursprünglichen Gehaltes angereicherten Produktes, das damals nicht weiter verarbeitet wurde. Sein Gehalt an Protactinium betrug, unter Einsetzung des neuen Wertes für die Halbwertszeit 3,5—4 mg Protactinium.

Die weitere Verarbeitung dieses Materials wurde erst in jüngster Zeit wieder aufgenommen, und zwar durch Hrn. Dr. v. GROSSE im Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie, dem es in kurzer Zeit gelungen ist, eine einwandfreie Konzentrationsmethode für das Protactinium aufzufinden. Hr. v. GROSSE ging dabei von folgendem Gedankengang aus[2]:

„Bei den bisherigen Anreicherungsversuchen war von der Vorstellung ausgegangen worden, daß das Protactinium, als Ekatantal, seinem niedrigeren Homologen, dem Tantal, chemisch etwa ebenso ähnlich sei wie das Radium dem Barium. Vergleicht man jedoch die Reihennachbarn des Protactiniums im periodischen System, das Thor und Uran, mit ihren niedrigeren Homologen, so sieht man, daß während das Zirkon-Hafnium (Niob-Tantal) und Molybdän-Wolfram unter sich chemisch und analytisch sehr ähnlich sind, ihre höheren Homologen sich in mancher Hinsicht von ihnen unterscheiden.

Es war nach dem periodischen Gesetz zu erwarten, daß das Protactinium ebenfalls manche charakteristischen Eigenschaften besitzen wird, u. a., daß sein höchstes Oxyd Pa_2O_5 basischer sein wird als das Ta_2O_5 und, ähnlich dem ThO_2 und UO_2, Salze wird bilden können."

Es wurde also bewußt nicht die Ähnlichkeit des Protactiniums mit dem Tantal, sondern die zu erwartenden Verschiedenheiten in den Eigenschaften der beiden homologen Elemente den Anreicherungsmethoden zugrunde gelegt.

Der Erfolg zeigt die Richtigkeit der Überlegungen. Hr. v. GROSSE hat aus dem genannten, 50fach angereicherten Material etwa 2 mg Protactiniumoxyd gewonnen, das ein nahezu reines Material vorstellt, sicher über 95proz. ist[1]. Daß es sich tatsächlich hier um fast reines Protactinium handeln muß, läßt sich aus mehreren Gründen schließen. 1. Die Aktivität des Pentoxyds ist rund 230000 mal so groß wie die einer gleichen Gewichtsmenge Uran I. Aus dem Verhältnis der Lebensdauer von Uran I zu Protactinium $4{,}5 \cdot 10^9 : 2 \cdot 10^4$ und unter Berücksichtigung der verschieden starken Ionisation der Strahlung des Protactiniums gegenüber dem des Urans und seinem etwa 2 % niedrigeren Atomgewicht sollte man theoretisch 225000 erwarten. 2. Durch weitere chemische Trennungen ließ sich diese Aktivität nicht mehr weiter anreichern. 3. Die chemischen Reaktionen des Protactiniums sind charakteristisch und von denen der anderen Elemente verschieden.

Bei den Strahlungseigenschaften des Protactiniums hat es sich gezeigt, daß es außer seinen den Atomzerfall bedingenden α-Strahlen augenscheinlich auch γ-Strahlen emittiert. Diese wurden indirekt nachgewiesen durch eine charakteristische verhältnismäßig weiche β-Strahlung, die sicher sekundären Ursprungs ist. Durch Messung dieser β-Strahlen und Prüfung ihrer Absorbierbarkeit hat man jetzt eine sehr bequeme Methode zur Messung stärkerer Präparate und zu deren Prüfung auf radioaktive Reinheit; denn die Anwesenheit anderer β-strahlender Beimengungen läßt sich durch die Aufnahme der Absorptionskurve der β-Strahlen sehr leicht nachweisen[2].

Nachdem jetzt die Wege zur wirksamen Anreicherung des Protactiniums und zur Kontrolle dieser Anreicherung gegeben sind, ist die Gewinnung größerer Mengen dieses neuen Elements nur noch eine Frage der Materialbeschaffung und Materialbewältigung. Was die Materialbeschaffung anbelangt, so besaß das Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie durch eine frühere Schenkung der tschechischen Regierung noch etwa 450 kg Joachimsthaler Rückstände mit einem Gehalt von ungefähr 80 mg Protactinium. Eine erste Verarbeitung dieser Menge ist durch das großzügige Entgegenkommen der I. G. Farbenindustrie A.-G.

[1] Auch an dieser Stelle möchten Frl. MEITNER und ich den genannten Herren für ihre große Hilfe unseren ganz besonderen Dank aussprechen.

[2] A. v. GROSSE, Naturwissenschaften 15, 766. 1927.

[1] Eine genaue Darstellung des Anreicherungsverfahrens und der endgültigen Reinigung findet sich bei A. v. GROSSE, Chem. Ber. 61, 233. 1928.

[2] O. HAHN und A. v. GROSSE, Zeitschr. f. Physik 48, 1. 1928.

in Ludwigshafen unter Leitung von Hrn. v. GROSSE im dortigen Zentrallaboratorium vorgenommen worden. Soweit die bisherigen Ergebnisse erkennen lassen, kann hierbei auf die Gewinnung von etwa 30 mg Protactinium gerechnet werden. Wünschenswert wäre natürlich die Aufarbeitung noch größerer Mengen von Rückständen, die vor allem in Belgien in fast beliebiger Menge zur Verfügung stehen. Doch stehen der Beschaffung dieses Materials vorerst noch Schwierigkeiten entgegen.

Ganz kurz soll noch auf die Bedeutung der Reindarstellung etwas größerer Mengen des neuen Elements eingegangen werden. Die mit der reinen Substanz zu lösenden Fragen liegen, worauf schon oben hingewiesen wurde, sowohl auf dem Gebiete der Radioaktivitätsforschung als auf dem der allgemeinen Chemie.

Wie schon erwähnt, ist die Frage nach dem Ursprung der Actiniumreihe auch heute noch nicht geklärt. Die eine Möglichkeit ist die, daß das Protactinium durch einen dualen Zerfall entweder des Uran I oder des Uran II entsteht, derart, daß sich 97% der betreffenden Atome in die Glieder der Radiumreihe, 3% in die der Actiniumreihe umwandeln. Das Atomgewicht des Protactiniums würde sich dann zu 234 oder zu 230 berechnen, je nachdem die Bildung bei Uran I oder bei Uran II statthätte. Der Wert 234 ist aus verschiedenen Gründen sehr unwahrscheinlich. Nach einer von L. MEITNER aufgestellten Regel muß das α-strahlende Protactinium ein niedrigeres Atomgewicht haben als das mit ihm isotope β-strahlende Uran X_2, dessen Atomgewicht sicher 234[1] ist. Außerdem müßte bei einem Atomgewicht des Protactiniums von 234 das Endprodukt der Actiniumreihe, das Actinium D, ein solches von 210 aufweisen (234 minus 6 α-Strahlen = 210). Dies steht im Widerspruch zu den experimentellen Ergebnissen über das Atomgewicht des sog. Uranbleis. Für dieses wurden in einer Anzahl von Fällen Werte gefunden, die sicher niedriger sind, als sie sich aus einem Gemisch von 97 Teilen Radium G (206) und 3 Teilen Actinium D (210), auch unter Berücksichtigung der Energieverluste durch die Emission von 5 α-Strahlen zwischen Radium und Radium G, berechnen lassen[2].

Der Wert 230 für das Atomgewicht des Protactiniums wäre möglich, ist aber nicht bewiesen.

Die andere Möglichkeit der Entstehung der Actiniumreihe ist die zuerst von PICCARD[3] ausgesprochene, daß die Glieder der Actiniumreihe nicht aus dem Uran vom Atomgewicht 238, sondern einem bisher unbekannten Uranisotop, Actino-Uran, entstehen, das danach einen Bestandteil des gewöhnlichen Urans ausmachen würde. Ein derartiges Actino-Uran von einem höheren Atomgewicht als 238 könnte das im Verhältnis zum Radium (226) zu hohe Atomgewicht des Urans (238,14[1]) erklären. Um bei einer solchen Annahme nicht wieder in einen Gegensatz zu dem Atomgewicht des Uranbleis zu kommen, müßte man 2 Actino-Urane mit entsprechenden Zwischengliedern annehmen[2]; die Suche nach solchen Substanzen ist bisher allerdings ergebnislos verlaufen[2].

In neuester Zeit wurde von RUSSELL[4] aus gewissen Regeln, die sich aus den ASTONschen Isotopenforschungen ergeben, auf ein Atomgewicht der Protactiniums zu 233 geschlossen. Die Schwierigkeiten werden hiermit aber nicht behoben. G. FOURNIER[5] hält den Wert 231 für wahrscheinlich; er schließt es aus Beziehungen zwischen den Atomgewichten isotoper Radioelemente und der Geschwindigkeit der von ihnen emittierten α-Strahlen. Zu dem gleichen Ergebnis gelangte früher schon FAJANS aus Beziehungen zwischen den Atomgewichten und Zerfallskonstanten innerhalb der einzelnen Plejaden[6]. Ein Beweis für die Richtigkeit der angenommenen Werte läßt sich natürlich auch hier nicht erbringen.

Mit der Reindarstellung größerer Protactiniummengen könnte hier Klarheit geschaffen werden, und zwar durch die direkte Atomgewichtsbestimmung des neuen Elements. Mit der Kenntnis des Atomgewichts des Protactiniums lösen sich die oben besprochenen Schwierigkeiten ganz von selbst.

Eine indirekte Methode zur Bestimmung der Atomgewichte der Actiniumprodukte ergibt sich übrigens jetzt auf einem ganz anderen Weg. In letzterer Zeit ist ASTON[7] die Aufnahme des Massenspektrums des gewöhnlichen Bleis gelungen. Es besteht im wesentlichen aus den Atomarten 206, 207 und 208; vielleicht enthält es noch eine äußerst schwache Komponente bei 209. Eine analoge Aufnahme des Massenspektrums von völlig reinem Uranblei könnte zu einer Festlegung des Atomgewichts des im Uranblei zu 3% enthaltenen AcD führen. Aus dem Atomgewicht von AcD ergäbe sich dann sofort das Atomgewicht des Protactiniums, denn die Anzahl der Heliumabspaltungen zwischen Protactinium und Actinium D ist ja genau bekannt.

Wertvoll in radioaktiver Hinsicht ist das Protactinium auch als Muttersubstanz des Actiniums. Aus gealtertem Protactinium läßt sich in Zukunft das Actinium in praktisch gewichtsloser Form auf einfachste Weise gewinnen. Bisher geschah dessen Herstellung aus Uranmineralien durch Abscheidung mit den seltenen Erden, von welch letzteren es

[1] L. MEITNER, Naturwissenschaften **14**, 719. 1926.

[2] Das Verbindungsgewicht eines solchen Uranbleis berechnet sich zu 206,09; gefunden sind Werte bis zu 206,02 herab (TH. W. RICHARDS und L. P. HALL, Journ. of the Americ. chem. soc. **48**, 704. 1926).

[3] A. PICCARD, Arch. sc. phys. et nat. **44**, 161. 1917.

[1] O. HÖNIGSCHMID und W. E. SCHILZ, Zeitschr. f. anorg. allg. Chem. **170**, 145. 1928.

[2] A. S. RUSSELL, Philosoph. mag. **46**, 642. 1924.

[3] O. HAHN, Zeitschr. f. anorg. allg. Chem. **147**, 16. 1925.

[4] A. RUSSELL, Nature **120**, 402. 1927.

[5] G. FOURNIER, C. R. **184**, 878. 1927.

[6] K. FAJANS, Phys. Zeitschr. **16**, 456. 1915.

[7] F. W. ASTON, Nature **120**, 224. 1927.

dann wieder nach gewissen Anreicherungsverfahren abgetrennt wurde. Ein wirklich gutgehendes Fraktionierungsverfahren zur beliebigen Anreicherung des Actiniums aus Erdgemischen ist bisher nicht bekannt.

Die Bedeutung des Protactiniums in chemischer Beziehung ist die, daß es erlaubt, die besonderen chemischen Eigenschaften des Elements der Kernladungszahl 91 festzustellen, insbesondere auch im Vergleich zu seinen niederen Homologen Niob und Tantal und seinen Nachbarn Thor und Uran. Auf das relativ seltenere Vorkommen von Elementen ungerader Ordnungszahl gegenüber benachbarten Elementen mit gerader ist ja häufig hingewiesen worden[1]. In der letzten Horizontalreihe des periodischen Systems steht uns dieser Fall besonders deutlich vor Augen. Die geradzahligen Elemente Radium, Thor und Uran sind gut bekannt und gewichtsmäßig darstellbar. Von den ungeradzahligen Elementen Ekacäsium, Actinium und Protactinium ist das Ekacäsium unbekannt, und die Aussichten sind gering, daß es gefunden werden wird[1]. Das Actinium ist nur als radioaktives Element bekannt. Als chemisches Element wird es immer nur in verschwindend geringen Mengen darstellbar sein. Es bleibt als einziges das Protactinium, aus dessen Herstellung also auch die allgemeine Chemie wird Nutzen ziehen können.

[1] Zuerst von W. D. HARKINS, Journ. of the Americ. chem. soc. **39**, 856. 1917.

[1] O. HAHN, Naturwissenschaften **14**, 159. 1926. — G. v. HEVESY, Mitt. dän. Akademie d. Wiss. VII, 11, 1926. — O. HAHN und O. ERBACHER, Phys. Zeitschr. **27**, 531. 1926.

Neuere Forschungen über die Assimilation.

Von MARIA KOBEL, Berlin-Dahlem.

Die Assimilation ist die ursprünglichste Leistung aller Lebewesen. Der Begriff Assimilation umfaßt im weitesten Sinne jede Einverleibung mineralischer Bestandteile der Umwelt in das Gefüge der organisierten Substanz. Im engeren Sinne versteht man gewöhnlich unter Assimilation zwei Vorgänge, die als die wichtigsten für den Bestand des Lebens auf Erden erscheinen: die Überführung von Kohlendioxyd und von anorganischen Stickstoffverbindungen in organisch-chemische Körper. Die ältere Stoffwechselforschung sah ihre Aufgabe darin, eine Gesamtbilanz solcher Prozesse aufzustellen, d. h. die Aufnahme anorganischen Materials und dessen Umwandlung in organische Substanzen nachzuweisen sowie die Natur der durch Assimilation erzeugten Endprodukte zu kennzeichnen. Die Methoden, die zur Verfügung standen, gestatteten keine Einblicke in die zumeist langgliedrige Kette der ablaufenden Reaktionen. Verborgen blieben selbst die Umsetzungen, die zwischen der Bindung der atmosphärischen Kohlensäure im Chloroplasten und der Ansammlung von Zucker bzw. Stärke und Cellulose liegen. Betrachtungen über jene komplizierte Folge von Vorgängen, die sich bei der Umformung von Ammoniak bzw. Salpeter im Verein mit kohlenstoffhaltiger Materie zu Eiweiß abspielen, bewegten sich völlig im Reiche der Spekulation. Um in das Fundamentalgeschehen Einsicht nehmen zu können, mußten Methoden geschaffen werden, die es ermöglichen, Assimilationserscheinungen auf Durchgangspunkten festzuhalten. Die Aufgabe bestand darin, die flüchtig durcheilten Stationen der Intermediärgebilde zu Halteplätzen zu gestalten und sie dadurch der Analyse zugänglich zu machen. Alle auf diese Ziele gerichteten Untersuchungen können eine Beweiskraft nur dann beanspruchen, wenn sie nicht an leblosen Stoffen ausgeführt werden und nur potentiell mögliche Reaktionen dartun, sondern sie müssen an lebenden Objekten vorgenommen sein und wirklich Reaktionsfolgen im Stoffaustausch der Organismen fixieren. Da im Grunde nur ein schematisch-fiktiver Unterschied zwischen Wachstums- und Erhaltungsstoffumsatz obwaltet, indem beide Prozesse in innigsten Wechselbeziehungen stehen, so müssen prinzipiell die selben Methoden auf beide begriffsmäßig gesonderten Erscheinungsformen des Lebens anwendbar sein. Infolge einer größeren Widerstandskraft ausgewachsener Zellen ist es leichter, ihren Stoffwechsel zu untersuchen, in dem Assimilation und Dissimilation ausgedrückt sind. Die Einblicke, die wir in diese Vorgänge haben tun können, sind Erfolge biochemischer Forschungen, die auf Anwendung der *Abfangverfahren* (1) aufgebaut sind. Wie erfahrungsgemäß die Erzeugung der pflanzlichen Zelle und damit die Assimilation der bestimmende Faktor für die Erhaltung des Lebens ist, so ist umgekehrt die Nutzung der gebildeten Kohlenhydrate die hauptsächlichste Quelle aller energetischen Äußerungen und der an sie geknüpften synthetischen Wandlungen in pflanzlichen wie tierischen Zellen. So war es die Hauptaufgabe, Verfahren zu schaffen, welche in den intermediären Ablauf des Kohlenhydratumsatzes Einsicht ermöglichen. Wir wissen heute, daß die Vorgänge der Atmung und Gärung bis zu bestimmten Phasen der Differenzierung wesensgleich sind. So kommt es, daß die unter Sauerstoffaufnahme verlaufenden Umwandlungsprozesse, die uns im Gesamtstoffwechsel tierischer Zellen als die vorherrschenden entgegentreten, und die Stoffumsetzungen, die bei höheren Pflanzen und Mikroorganismen oft als vorwiegend anaerobe Prozesse gekennzeichnet sind, gemeinsame Elemente enthalten. Milchsäurebildung als vitale Leistung aller tierischen Zellen, Milchsäurebildung als manifeste Lebensäußerung zahlreicher Mikroben, latentes Milchsäurebildungsvermögen praktisch aller darauf untersuchten pflanzlichen Zellen enthüllen diese grundsätzlichen Zusammenhänge. Die der Milch-

säurebildung chemisch ähnliche und ihr energetisch gleichzuachtende alkoholische Zuckerspaltung vieler Kleinlebewesen und bestimmter Zellen höherer Pflanzen ist ein weiteres hierhin gehöriges Beispiel. Im Sinne des Gesagten finden diese Beziehungen ihren chemischen Ausdruck darin, daß die konstanten und typischen Zwischenprodukte der Gärung und Atmung dieselben sind und mit Sicherheit als Acetaldehyd sowie mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit als Methylglyoxal charakterisiert werden konnten. Den entscheidenden Schritt, die Bereitstellung der Methodik, die auf diese Probleme anwendbar ist, haben NEUBERG und seine Schüler getan. Sie schufen 4 verschiedene Abfangverfahren. Sie alle führten zu demselben Ergebnis, daß der Acetaldehyd das universelle Abbauprodukt beim Umsatz der Kohlenhydrate darstellt. Die Vollkommenheit, mit der diese Methoden arbeiten, erhellt beispielsweise daraus, daß bei der alkoholischen Gärung des Zuckers, die Weingeist und Kohlensäure liefert, als Vorstufe des Alkohols der Acetaldehyd zu mehr als 80 % der theoretisch möglichen Menge abgefangen wurde. Die Abfangmethoden beruhen darauf, daß ein in das System der lebenden bzw. überlebenden Zellen eingeführter Stoff das passagere Zwischengebilde fixiert, vor der normalen Weiterverarbeitung schützt und dadurch anhäuft. Die Abfangmittel müssen so beschaffen sein, daß sie die Lebensvorgänge nicht oder nur unwesentlich behindern. Diese Vorbedingung erfüllen von anorganischen Reagentien die sekundären schwefligsauren Salze (neutralen Sulfite), von organischen Stoffen das Dimedon und einzelne Säurehydrazide. Hinzu kommen noch als bisher bei Pflanzenzellen bewährte Reagentien bestimmte Carbonylverbindungen, z. B. Bittermandelöl oder Acetaldehyd, denen die bemerkenswerte Fähigkeit eigen ist, mit dem als Zwischenprodukt des Kohlenhydratstoffwechsels auftretenden Acetaldehyd durch carboligatische Synthese einen neuen und nunmehr aus der Reaktionsfolge ausscheidenden, beständigen Körper, ein Acyloin ($R \cdot COH + HOC \cdot CH_3 = R \cdot CHOH \cdot CO \cdot CH_3$) zu bilden. Nachdem auch im Stoffwechsel tierischer Zellen (2) der Acetaldehyd als ein Zwischenprodukt abgefangen worden ist, erkannte man die Berechtigung der Auffassung, die NEUBERG (3) über die Rolle des Acetaldehyds geäußert hat. „Bei den Erscheinungen der Dissimilation und des Umbaues spielt der Acetaldehyd eine ähnliche Rolle wie der Formaldehyd bei der Kohlensäureassimilation." Schon die Abfangung des Acetaldehyds mit Hilfe von Carbonylverbindungen, die erwähnte carboligatische Synthese, zeigt die assimilatorische Verwendungsfähigkeit dieses unbestrittenen Intermediärproduktes. Die synthetischen Prozesse, bei denen Buttersäure und höhere Fettsäuren entstehen, lehren, daß der Acetaldehyd (und seine ihm biochemisch gleichzusetzende Vorstufe, die Brenztraubensäure) wieder als Ausgangsmaterial für den Aufbau dienen kann. Die Bedeutung dieser Erscheinung ergibt sich daraus, daß der Acetaldehyd als Spaltungsprodukt der Kohlenhydrate als Baumaterial auch den Zellen zur Verfügung steht, die keinen Chlorophyllapparat besitzen und kein Kohlendioxyd assimilieren.

Die *Assimilation der Kohlensäure* vollzieht sich nach den geltenden Auffassungen über die Stufe des Formaldehyds. Ohne auf die Fülle von Arbeiten einzugehen, deren auf indirektem Wege erhaltene Ergebnisse für die Formaldehydhypothese sprechen, sei hier nur auf zwei Angaben verwiesen, nach denen im Assimilationsvorgange Formaldehyd als Reduktionsprodukt der atmosphärischen Kohlensäure dargetan ist. Durch Anwendung des Dimedon-Abfangverfahrens haben KURONO (4) sowie KLEIN (5) mit WERNER und SVOBA bei der Assimilationstätigkeit von Algen bzw. Elodea canadensis und autotrophen Bakterien die entsprechende Formaldehydverbindung isoliert. Bei voller Assimilation unter optimalen Licht- und Kohlensäureverhältnissen betrug die Menge des gefundenen Formal-dimedons etwa den 60. Teil des theoretisch errechenbaren Wertes. Die Abfangung des Formaldehyds im Stoffwechsel der letzgenannten Lebewesen wird zwar durch den von VORLÄNDER (6) erhobenen Einwand eingeschränkt, daß der Formaldehyd ein Kunstprodukt sei, entstanden durch Photooxydation des zugefügten Dimedons; KLEIN hält den Einwand für unberechtigt und die Abfangung von Formaldehyd als Zwischenprodukt der Kohlensäureassimilation für bewiesen.

Für die Erklärung des ebenso bedeutungsvollen Prozesses der *Stickstoff-Assimilation* hat uns bis vor kurzem jede Grundlage gefehlt. Seit Jahrzehnten weiß man, daß dem Boden zugefügtes Nitrat oder Nitrit (Salpeterdüngung) durch die verschiedenartigsten pflanzlichen Zellen in Ammoniak übergeführt wird. Auch der umgekehrte Vorgang der Nitrifikation, bei dem Ammoniumsalze zu Nitriten und Nitraten oxydiert werden, ist seit über 60 Jahren bekannt. An Hypothesen über den Verlauf dieser Umwandlungen ist kein Mangel. Aber noch jüngst konnten BENECKE und JOST in ihrer „Pflanzenphysiologie" das Wissen der Zeit dahin präzisieren, daß außer den sich der unmittelbaren Wahrnehmung darbietenden Stoffen Nitrat, Nitrit und Ammoniak keine Stickstofform als Intermediärprodukt der Stickstoff-Assimilation bekannt sei. Geht man vom Nitrat aus, so haben bekannte Untersuchungen HABERS (7) über den Verlauf der Reduktion organischer Nitroverbindungen die Auffassung begründet, daß der Weg durch die Stufen: Nitro-, Nitroso-, Hydroxylamino- und Aminoderivat ($- NO_2 \rightarrow - NO \rightarrow - NHOH \rightarrow - NH_2$) gekennzeichnet ist, und neuerdings haben ASKENASY und ELÖD (8) Argumente dafür vorgebracht, daß sogar bei der Nitrierung und Oxydation aromatischer Kohlenwasserstoffe Hydroxylamin gebildet wird. Die von SCHIMPER (9) und BAUDISCH (10) vertretene Anschauung, daß die Nitrat-Assimilation lichtchemisch bedingt sei, ist nicht mehr haltbar, seitdem die Assimilation von Nitraten im Dunkeln und durch chlorophyllfreie Zellen fest-

gestellt ist (11). Bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit stickstoffhaltiger Naturstoffe (Eiweißkörper, Alkaloide, Vertreter komplizierter Ringsysteme wie der Glyoxaline, Purine, Pyrrole, Pyrroline, Pyrrolidine, Indole und Chinoline) ist es wahrscheinlich, daß das Durchgangsglied, welches bei der Stickstoffassimilation eine Rolle spielt, die Bedingung höchster Reaktionsfähigkeit erfüllen muß. Der Stufe des Nitrits kommt eine solche Reaktionsfähigkeit nach chemischen Erfahrungen zu; am stärksten ausgebildet ist sie beim Hydroxylamin.

Schon VICTOR MEYER (12) hat die Hypothese entwickelt, daß bei der Reduktion der Stickstoff-Sauerstoffverbindungen und bei der Oxydation des Ammoniaks Hydroxylamin gebildet wird und daß dieses das vornehmlich in Betracht zu ziehende Intermediärgebilde sei. Erst in den letzten Jahren sind biochemische Beobachtungen gesammelt, welche eine solche Auffassung stützen. Die erste hierhin gehörige Feststellung stammt von NEUBERG und WELDE (13), die ihre Untersuchungen unter dem ausdrücklichen Hinweis auf das Problem der Nitrat-Assimilation vornahmen. Sie zeigten, daß bei der phytochemischen Reduktion Phenylhydroxylamin genau so reduziert wird, wie die höchst oxydierte Stickstoff-Sauerstoffstufe des Benzols, das Nitrobenzol, indem in beiden Fällen Aminobenzol (Anilin) gebildet wird. Die Entstehung von m-Di-nitro-azoxy-benzol bei der phytochemischen Reduktion des m-Di-nitrobenzols (14) läßt keine andere Deutung zu als die der Reaktion intermediär gebildeten Nitro-phenylhydroxylamins mit gleichfalls zwischendurch erzeugtem Nitro-nitrosobenzol. Die Reduzierbarkeit unzweifelhafter Hydroxylamin-Derivate wie des Chinonoxims und Chinondioxims zu den entsprechenden Aminen sind weitere hierhin gehörige Beispiele (15). Schließlich lehrt auch die biochemische Synthese der Aminosäure Alanin (16) aus dem Hydroxylamin-Derivat Oximinobrenztraubensäure die biologische Wertigkeit des Hydroxylamins. Hinzugefügt werden muß, daß sogar für den tierischen Stoffwechsel das Auftreten eines Hydroxylamin-Derivates beschrieben ist; in einer bemerkenswerten Untersuchung fand LIPSCHITZ (17), daß m-Di-nitrobenzol zur Stufe des Hydroxylaminderivates reduziert werden kann, eine Angabe, die trotz strittiger Einzelheiten auch von WATERMAN (18) bestätigt ist.

Ein Derivat des Hydroxylamins, das Trimethylaminoxyd (19) ,$(CH_3)_3NO$, ist übrigens in der Natur öfter beobachtet worden. Es leitet sich ab vom Oxyammoniak NH_3O. Man kann nämlich das Hydroxylamin, das man gewöhnlich als Hydroxyammoniak $NH_3 \cdot OH$ auffaßt, nach manchen Reaktionen auch als ein tautomeres Oxyammoniak betrachten. (Vgl. die von HABER (20) festgestellte Oxydation des Ferrohydroxyds zu Ferrihydroxyd mittels Hydroxylamin, das dabei zu NH_3 reduziert wird.)

Somit war Vorkommen und Ausnutzung der Hydroxylaminstufe in der belebten Natur nichts ganz Ungewöhnliches. Es hat auch an Versuchen, das ungeheuer reaktionsfähige Hydroxylamin selbst als Zwischenprodukt nachzuweisen, nicht gefehlt. Alle Anstrengungen blieben ergebnislos. Den großen Fortschritt auf diesem Gebiet errang erst jüngst BLOM (21). Er fixierte das Hydroxylamin nach dem Prinzip der Abfangmethoden bei der Nitrat-Assimilation — zunächst bei Bodenbakterien —, indem er Aceton als Abfangmittel heranzog. Aceton vereinigt sich nämlich mit Hydroxylamin zu Acetoxim: $(CH_3)_2CO + H_2NOH = H_2O + (CH_3)_2C : NOH$, entzieht es dadurch der Weiterverarbeitung durch die Zellen und ermöglicht so den Nachweis dieses Intermediärgebildes. Da Acetoxim bei Destillation in neutraler Lösung mit Wasserdämpfen flüchtig ist, konnte BLOM es nach der biologischen Umsetzung der Nitrate und Nitrite in seinen Nährlösungen durch Wasserdampfdestillation leicht abtrennen und isolieren. Im Destillat war dann nach Zerlegung des Oxims mit verdünnter Säure das freie Hydroxylamin nach mehreren Methoden einwandfrei nachweisbar.

Die Abfangung von Hydroxylamin bei der Reduktion des Nitrats durch Bodenbakterien ist gelungen. Durch diese Feststellung werden große Perspektiven eröffnet. Namentlich gilt dies für das Problem der Bildung von Eiweiß und seinen Bausteinen, den α-Aminosäuren. Die bisher wenig in Betracht gezogene, auf VICTOR MEYERS (12) rein chemische Befunde zurückgehende Möglichkeit einer Reduktion der Oximinosäuren tritt als gleichberechtigt neben die Hypothese der Entstehung von Aminosäuren über die Iminosäurenstufe. Freilich bleibt auch hierbei vorläufig unbeantwortet die Frage nach der Bereitung von α-Ketosäuren mit verzweigten Kohlenstoffketten sowie von α-Ketosäuren der aromatischen und heterozyklischen Reihen. —

1. NEUBERG und FÄRBER, Biochem. Zeitschr. **78**, 238. 1916; NEUBERG und REINFURTH, Biochem. Zeitschr. **89**, 365. 1918; **92**, 234. 1918; Ber. **52**, 1677. 1919; Biochem. Zeitschr. **106**, 281. 1920; **143**, 557, 1923; NEUBERG und HIRSCH, Biochem. Zeitschr. **115**, 282. 1921; NEUBERG und KOBEL, Biochem. Zeitschr. **188**, 211. 1927.
2. HIRSCH, Biochem. Zeitschr. **117**, 113. 1921; **134**, 415. 1923; NEUBERG, GOTTSCHALK und STRAUSS, Dtsch. med. Wochenschr. **49**, 1407. 1923; Biochem. Zeitschr. **146**, 164 und 185. 1924; **158**, 253. 1925.
3. NEUBERG und HIRSCH, Biochem. Zeitschr. **115**, 292. 1921.
4. KURONO, vgl. in Biochem. Zeitschr. **151**, 168. 1924.
5. KLEIN und WERNER, Biochem. Zeitschr. **168**, 361. 1926; KLEIN und SVOBA, Zeitschr. f. Botanik, **19**, 65, 1926.
6. VORLÄNDER, B. **58**, 2656. 1925.
7. HABER, Zeitschr. f. Elektrochem. **4**, 506. 1898; HABER und RUSS, Zeitschr. f. physikal. Chem. **47**, 257. 1904.
8. ASKENASY und ELÖD, Liebigs Ann. d. Chem. **461**, 109. 1928.
9. SCHIMPER, Bot. Zeitung **46**, 65. 1888; Flora **73**, 207. 1890.
10. BAUDISCH und MAYER, H. **89**, 175. 1914.

11. SUZUKI, Bot. Cbl. **75**, 289. 1898; ZALESKI, Bot. Cbl. **87**, 277. 1900; Ber. d. dtsch. botan. Ges. **27**, 56. 1909; GODLEWSKI, Bull. Acad. Crac. **1903**, 313; MUENSCHER, Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. 2, **61**, 84. 1924.
12. MEYER und SCHULZE, B. **17**, 1554. 1884.
13. NEUBERG und WELDE, Biochem. Zeitschr. **67**, 18. 1914.
14. NEUBERG und REINFURTH, Biochem. Zeitschr. **138**, 561. 1923.
15. LÜERS und MENGELE, Biochem. Zeitschr. **179**, 241. 1926.
16. MAURER, Biochem. Zeitschr. **189**, 216. 1927.
17. LIPSCHITZ, H. **109**, 189. 1920; Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **196**, 463. 1922.
18. WATERMAN und KALFF, Biochem. Zeitschr. **135**, 174. 1923.
19. SUWA, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **128**, 421 und **129**, 231. 1909; HENZE, H. **91**, 230. 1914.
20. HABER, B. **29**, 2444. 1896.
21. BLOM, Biochem. Zeitschr. **194**, 392. 1928.

Joffés Untersuchungen über die elektrische Durchschlagsfestigkeit[1].

Von P. JORDAN, Hamburg.

So wenig der Forscher im allgemeinen geneigt sein wird, die Erzielung technischer Erfolge als den letzten Zweck wissenschaftlicher Arbeit anzuerkennen, sosehr scheinen doch die technischen Entwicklungen, die durch die wissenschaftliche Untersuchung ermöglicht werden, auch vom Standpunkt der reinen Forschung beachtenswert: die *praktische Beherrschung* der Naturkräfte gibt uns den sichersten Beweis, daß unsere Bemühungen um ihre *gedankliche Erfassung* nicht ohne Erfolg geblieben sind. Eine Reihe von Arbeiten russischer Physiker, insbesondere A. F. JOFFÉS, über die elektrische Durchschlagsfestigkeit von Dielektrizis haben in jüngster Zeit zu Ergebnissen geführt, die nicht nur wissenschaftlich größte Beachtung verdienen, sondern auch technisch zu Folgerungen von kaum zu übersehender Tragweite führen dürften. Es ist bekannt, welche Rolle die Leistungsgrenze der *Isolierung* in allen Problemen der Starkstromtechnik spielt: so ist z. B. die notwendige Größe des Ankers einer Dynamomaschine wesentlich bedingt durch die Leistungsgrenze der Isolierung der Drähte der Ankerwicklung. Man würde allgemein die Dimensionierung der Starkstrommaschinen wesentlich anders und wesentlich bequemer und billiger bei gleicher Leistungsfähigkeit gestalten können, wenn die Schwierigkeiten der Isolierung überwunden werden könnten. Ein anderes Beispiel bilden die Kondensatoren, deren höchste, bei vorgegebenem gesamten Rauminhalt zu erzielende Leistungsfähigkeit im wesentlichen nur von der Festigkeit der Isolierung zwischen den Kondensatorblättern abhängig ist; in zahllosen Fällen würde man zu wesentlichen Leistungssteigerungen und zu ganz neuen Gestaltungsmöglichkeiten elektrotechnischer Apparate und Maschinen gelangen, wenn man die Festigkeit der Isolierung um einen großen Faktor steigern könnte. Dieses ist JOFFÉ gelungen.

JOFFÉ war ausgegangen von der Untersuchung der *mechanischen und elektrischen Festigkeit von Krystallen*. Die moderne Atomtheorie der Krystalle, wie man sie hauptsächlich M. BORN verdankt, lieferte für diese mechanische und elektrische Festigkeit der Krystalle Werte, die zunächst mit der Erfahrung nicht übereinzustimmen schienen. Ein NaCl-Krystall sollte nach der Theorie erst mit einer Kraft von etwa 200 kg/mm² zerrissen werden können; empirisch erwiesen sich schon 0,4 kg/mm² als ausreichend zum Zerreißen. Theoretisch sollte eine Feldstärke von 10^8 Volt/cm nötig sein, um die negativen Cl-Ionen oder die positiven Na-Ionen aus dem Krystallgitter herauszureißen; empirisch zeigt sich, daß schon ein Feld von weniger als $3 \cdot 10^5$ Volt/cm im Krystall zusammenbricht. Für die Theorie der Krystalle liegt nun das wichtigste Ergebnis der JOFFÉschen Untersuchungen in der Feststellung: der Widerspruch zwischen Experiment und Theorie ist nur scheinbar. Unter geeigneten Bedingungen kann man empirisch zeigen, daß das reine, fehlerfreie Krystallgitter wirklich eine der Theorie entsprechende Festigkeit besitzt. Nur durch sekundäre Effekte wird diese Festigkeit auf Bruchteile eines Prozentes des theoretischen Wertes herabgesetzt.

Bei der mechanischen Festigkeit handelt es sich, wie von GRIFFITH vermutet worden war, um *kleine Spalten* an der Oberfläche des Krystalls, an deren innerer Grenzlinie die Spannung in dem gezerrten Krystall mehrere hundertmal so groß wird, wie im unverletzten Innern des Krystalls. Infolgedessen vertieft sich ein solcher Spalt in den Krystall hinein schon bei einer mittleren Kraft von etwa 0,4 kg/mm²; und der ganze Krystall zerreißt, indem sich eine Spaltfläche durch den ganzen Querschnitt ausdehnt. Daß dies der wirkliche Verlauf des Vorganges ist, haben JOFFÉ und Frl. LEVITZKY experimentell sichergestellt, indem sie durch sehr sinnreiche Versuchsanordnungen den Einfluß der Spalte unschädlich machten; dabei ergab sich eine mechanische Festigkeit von der theoretisch vorausgesagten Größenordnung.

Bei der elektrischen Durchschlagsfestigkeit wirken mehrere Umstände gleichzeitig auf eine Verminderung hin. Erstlich ist bei allen Messungen als eine wichtige Fehlerquelle das Vorkommen von Unregelmäßigkeiten in der elektrischen Feldverteilung zu beachten, durch welche an einzelnen Stellen eine den gemessenen Wert wesentlich übersteigende Feldstärke auftreten kann. Ferner kann ein durch die vom elektrischen Felde auf den Krystall ausgeübten mechanischen Kräfte veranlaßtes Aufreißen feiner Spalte — ähnlich, wie bei der mechanischen Zerreißung — einen elektrischen Durchschlag einleiten. Diese beiden Punkte sind

[1] A. F. JOFFÉ, Trans. Faraday Soc.

von A. WALTHER und L. INGE und von F. HOROWITZ und B. PINES im JOFFÉschen Institut untersucht worden. Zu diesen Effekten treten nun aber zwei andere hinzu:

1. Die durch den elektrischen Strom erzeugte *Wärme*.

2. Eine Erzeugung neuer Ionen im Dielektrikum durch *Stoßionisation*.

Der erste dieser Effekte ist in seiner Bedeutung für die Durchschlagsfestigkeit zuerst von K. WAGNER erkannt und seither von Technikern und Physikern vielfach untersucht worden. In allen Dielektrizis nimmt die elektrische Leitfähigkeit stark zu mit der Temperatur. Der bei Anlegung der Spannung durch das Dielektrikum hindurchtretende Strom vergrößert also durch die Erwärmung die Leitfähigkeit, wodurch verstärkte Erwärmung eintritt usf., bis bei einer bestimmten Temperatur ein stationärer Zustand eintritt, indem die dauernd erzeugte Wärme durch Wärmeleitung vollständig fortgeführt wird. Der durch das Dielektrikum abfließende Strom bedingt einen gewissen, meist harmlosen Energieverlust. Bei hinreichend hoher angelegter Spannung erreicht jedoch die Temperatur den *Schmelzpunkt* des Dielektrikums, bevor ein solcher stationärer Zustand hergestellt wird; damit tritt ein Durchschlag unter Zerstörung des Dielektrikums ein. Diese Vorstellung ist zu einer quantitativen Theorie ausgebildet durch REGOWSKY und KARMAN in Aachen und FOCK und SEMENOFF im JOFFÉschen Institut. Anschaulich unmittelbar verständlich ist die Folgerung, daß die Durchschlagsfeldstärke mit wachsender Temperatur stark abnimmt, um bei Erreichung des Schmelzpunktes zu verschwinden. WALTHER, SEMENOFF und INGE haben die Ergebnisse der Theorie an Glas, Steinsalz und Porzellan im Temperaturgebiet von etwa 200—700° C sehr gut experimentell bestätigen können. Von etwa 200° C bis abwärts zur Temperatur der flüssigen Luft zeigte sich jedoch eine neue, unerwartete Tatsache: die Durchschlagsspannung hat in diesem Gebiet einen konstanten, temperaturunabhängigen Wert (einige hunderttausend Volt/cm). Hier kommt also der Durchschlag durch einen anderen von der Temperatur unbeeinflußten Effekt zustande.

	Gewöhnliches Feld $E = 3 \cdot 10^6$ Volt/cm	Höchstes Feld $E = 1{,}5 \cdot 10^8$ Volt/cm
Elektrische Energiedichte des Feldes: $U = \frac{\varepsilon E^2}{8\pi}$; $\varepsilon = 6$	$2{,}6 \cdot 10^5$ erg · cm^{-3} $= 6{,}2 \cdot 10^{-3}$ cal · cm^{-3}	$6 \cdot 10^{10}$ erg · cm^{-3} $= 1{,}4 \cdot 10^3$ cal · cm^{-3}
Potentialdifferenz zwischen zwei Ionen gleichen Vorzeichens: $V = E \cdot 2a$; $2a = 5 \cdot 10^{-8}$ cm	0,014 Volt	7,6 Volt
Mechanische Spannung zwischen dem positiven und dem negativen Ionengitter im Krystall: $I = \frac{eE}{4a^2}$	$1{,}5 \cdot 10^7$ dyn · cm^{-2} $= 16$ Atm.	$8 \cdot 10^{10}$ dyn · cm^{-2} $= 8 \cdot 10^4$ Atm.

JOFFÉ fand nun bei der weiteren Untersuchung der Leitfähigkeit von Krystallen, daß der ganze zwischen den Elektroden angelegte Potentialabfall sich nicht etwa gleichmäßig über die Ausdehnung des Krystalls verteilte, sondern sich in einer äußerst dünnen Oberflächenschicht des Krystalls unmittelbar an einer der Elektroden konzentrierte; in dieser Schicht erreichte die Feldstärke Werte, die hundertmal größer waren als die in den erwähnten Versuchen von WALTHER, SEMENOFF und INGE unterhalb 200° C gefundene Durchschlagsfeldstärke.

JOFFÉ, T. KURCHATOFF und K. SMELNIKOFF untersuchten daraufhin die Durchschlagsfestigkeit dünnster Schichten von Glas, Glimmer, Kolophonium, Picein, Öl und Benzin. Die Ergebnisse zeigen hier deutlich das Zustandekommen eines Durchschlags durch eine *Stoßionisation*. Nachdem ein in die dielektrische Schicht eingedrungenes Elektron oder Ion eine bestimmte Potentialdifferenz P durchlaufen hat, besitzt es genug Energie, um durch einen Stoß aus dem Krystallgitter ein neues Ion loszureißen: aus diesem Sekundäreffekt ergibt sich, wie wir noch sehen werden, die bei solchen dünnen Schichten zu beobachtende Unterschreitung des gittertheoretischen Wertes der Durchschlagsfestigkeit. Ist aber die gesamte angelegte Spannung kleiner als P, so wird die Stoßionisation unmöglich gemacht. Man kann dann noch sehr hohe Feldstärken durch Anwendung immer dünnerer Schichten erreichen; JOFFÉ ist bis zu Glashäuten von etwa 0,014 μ und Glimmerschichten von 0,05 μ heruntergegangen. Von einer Schichtdicke von 0,2 μ an abwärts bis zu noch 15mal kleinerer Dicke ergaben sich konstante Werte der Durchschlagsfeldstärke, die zudem als unabhängig vom Elektrodenmaterial erwiesen wurden. In diesem Wert muß man nun mit JOFFÉ die wirkliche, von sekundären Effekten unbeeinflußte Größe der dielektrischen Festigkeit erblicken. Die Übereinstimmung mit der von der Theorie geforderten Größenordnung ist vorzüglich: es ergaben sich $1{,}5 \cdot 10^8$ Volt/cm.

Diese neu entdeckte Möglichkeit, so ungeheure Feldstärken auf das Krystallgitter anwenden zu können, ohne daß es zerstört wird — Feldstärken, die vergleichbar sind mit der Größenordnung der

chemischen und Kohäsionskräfte — verspricht die Möglichkeit mannigfaltiger neuer und lehrreicher Experimente zur physikalischen Erforschung der Krystalle. JOFFÉ und seine Mitarbeiter sind bereits beschäftigt, die Elastizität, die Dielektrizitätskonstante, die Reststrahlen und die Oberflächenspannung unter der Einwirkung dieser Feldstärken zu untersuchen. Aus einer von JOFFÉ aufgestellten Tabelle, welche die ungeheuren Kräfte, die in einer solchen Krystallschicht herrschen, zahlenmäßig verdeutlicht, seien folgende Angaben entnommen:

Ist die an einer dünnen dielektrischen Schicht angelegte Spannung V größer als die Spannung P, die zur Losreißung eines Ions aus dem Gitterverbande nötig ist, so treten im allgemeinen verwickelte Sekundäreffekte auf. Zum Teil sind diese Effekte theoretisch nur schwer genau zu übersehen; insbesondere bei größeren Schichtdicken spielen *Raumladungswirkungen* eine wesentliche Rolle, die, wie immer, auch hier schwer zu beurteilen sind. Mit der eingehenden experimentellen Untersuchung sind JOFFÉ und seine Mitarbeiter weiterhin beschäftigt. Die bisherigen Untersuchungen von JOFFÉ, KURCHATOFF und SMELNIKOFF geben jedoch bereits die Sicherheit, daß wirklich die Stoßionisation der entscheidende Effekt ist; und durch einige sehr einfache theoretische Betrachtungen sind die beobachteten Tatsachen zum großen Teil schon zu verstehen.

Maßgebend ist offenbar der Quotient $\frac{V}{P}$ der angelegten Spannung V durch die kritische Spannung P. Ist dieser Quotient insbesondere kleiner als 1, so haben wir ja den schon oben besprochenen Fall; wir nehmen jetzt $\frac{V}{P} > 1$ an. Ist D die *Dicke* der dielektrischen Schicht, so ist

$$\lambda = D \cdot \frac{P}{V}$$

die Weglänge, die ein Ion der Anfangsgeschwindigkeit Null durchlaufen muß, bis es durch Stoß ein neues Ion bilden kann. Stellen wir uns vor, daß im Mittel jedes Ion ein neues erzeugt, sooft es die Strecke λ zurückgelegt hat, so finden wir also, daß für N_0-Ionen, die nach Anlegen der Spannung an der einen Seite in das Dielektrikum eintraten, etwa

$$(1) \qquad N = N_0 \cdot e^{\frac{D}{\lambda}} = N_0 \cdot e^{\frac{V}{P}}; \quad (e = 2{,}17\ldots)\,.$$

Ionen auf der anderen Seite herauskommen[1]. Das gibt z. B. für

$$(2) \qquad \begin{cases} \frac{V}{P} = 5: & N = 150\, N_0, \\ \frac{V}{P} = 10: & N = 220 \cdot 10^2\, N_0, \\ \frac{V}{P} = 20: & N = 490 \cdot 10^6\, N_0. \end{cases}$$

Die einzige wesentliche Voraussetzung, die der Formel (1) zugrunde liegt, ist offenbar die, daß die elektrische *Feldstärke* in der ganzen Schicht *konstant* ist, so daß wir mit einem konstanten Wert von λ rechnen können. Sobald durch Raumladungen diese Konstanz der Feldstärke zerstört wird, hört die Anwendbarkeit der Formel auf. Ihre Gültigkeit wird sich danach auf *dünne* Schichten beschränken.

Ein elektrischer Durchschlag wird eintreten, wenn die Ionenzahl N einen gewissen kritischen Wert erreicht. Danach zeigt aber (1), daß, soweit wir P als unabhängig von der elektrischen Feldstärke im Krystall annehmen dürfen, das Eintreten eines Durchschlags *nur von der angelegten Spannung V abhängt*, also unabhängig von der Schichtdicke D und der elektrischen Feldstärke $E = \frac{V}{D}$ ist. Wie schnell die Ionenzahl N mit V zunimmt, ist aus (1), (2) zu ersehen; der Durchschlag wird also bei diesen dünnen Schichten immer dann eintreten, wenn die angelegte Spannung mindestens ein gewisses Vielfaches von P beträgt.

Die Experimente zeigten, daß für Schichten dicker als $5\,\mu$ bereits (infolge verwickelterer Effekte) nicht mehr die Formel (1) angewandt werden kann, während sie sich für dünnere Schichten befriedigend bewährte. Um den Einfluß der Erwärmung des Dielektrikums bei diesen Versuchen zu beseitigen, wurde der Strom in Abständen von 2 sec je für nur 0,1 sec eingeschaltet. —

Man kann also, wie wir gesehen haben, durch eine Schicht von außerordentlich geringer Dicke bereits eine sehr beträchtliche Isolierwirkung erreichen, doch ist hierfür eine bestimmte endliche Grenze durch die Spannung P gesetzt. Für die Technik ist danach eine wesentliche Frage die, wie man sich von der Beschränkung durch diese Grenze freimachen kann. JOFFÉ, welcher angibt, daß ihm die Entwicklung einer neuen Methode zur Herstellung von Isolatoren, Kondensatoren usw. auf Grund seiner Ergebnisse gelungen sei, hat jedoch seine Lösung für diese Frage noch nicht öffentlich mitgeteilt.

---

[1] Auf der Wegstrecke dx werden aus NIonen $N \cdot \frac{dx}{\lambda}$ neue erzeugt; also gilt für die Anzahl $N(x)$ der Ionen als Funktion von x die Gleichung $\frac{dN}{dx} = \frac{1}{\lambda} N$; also $N(x) = N_0 \cdot e^{\frac{x}{\lambda}}$, so daß bei $x = D$ gerade $N(D) = N_0 \cdot e^{\frac{D}{\lambda}}$ wird. Stellt man sich den Vorgang etwas vereinfacht so vor, daß immer in Abständen der Länge λ die Anzahl der Ionen verdoppelt wird, so bekommt man offenbar die weniger genaue Formel

$$N = N_0 \cdot 2^{\frac{D}{\lambda}}.$$

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Die Sichtbarkeit von β-Szintillationen.

In einer Zuschrift an die Naturwissenschaften[1] haben W. Bothe und H. Fränz einen vorläufigen Bericht veröffentlicht über die Ergebnisse von Versuchen mit dem Spitzenzähler, Atomtrümmer nach der retrograden Methode zu beobachten. Ihre Resultate waren im wesentlichen negativ und sie schließen daraus, daß die Ausbeute an Atomtrümmern von einer Reichweite größer als die der elastisch reflektierten α-Teilchen höchstens einen Bruchteil der von uns und unseren Mitarbeitern gefundenen Werte betragen kann. Als eine versuchsweise Erklärung für diese Diskrepanz schlagen sie eine Verwechselung unsererseits von β-Teilchen, primärer oder sekundärer Art, mit H-Teilchen vor, mit der Bemerkung, daß der Nachweis nicht erbracht ist, daß ein Zinksulfidschirm bei Verwendung einer extrem lichtstarken Optik keine β-Szintillationen anzeigt.

Daß mit äußerst lichtstarker Optik und übernormal lichtempfindlichen Augen auch β-Teilchen individuell sichtbare Szintillationen hervorrufen können, ist eine prinzipiell nicht abzulehnende Möglichkeit. Schon vor längerer Zeit hier in Wien angestellte, mehrmals wiederholte Versuche zeigten jedenfalls, daß die Lichtstärke solcher Szintillationen um wenigstens eine Größenordnung niedriger sein muß als die von H-Teilchen erregten Szintillationen. Dies ist auch theoretisch zu erwarten, wenn man bedenkt, daß die im letzten Zentimeter ihrer Bahn von H-Teilchen und von β-Teilchen erzeugten Ionenmengen sich etwa wie 10 : 1 verhalten. Selbst von den H-Teilchen mit unter 1 cm Reichweite wird nach den Untersuchungen von E. Kara-Michailova unter optimalen Sichtbarkeitsbedingungen die Mehrzahl wegen Schwäche ihrer Szintillationen übersehen[2]. Wichtig ist, zu bemerken, daß bei besonders ausgeführten Versuchen von unseren geübtesten Zählern Szintillationen von mit β-Teilchen sowohl kleiner als großer Geschwindigkeit bestrahltem Zinksulfid und unter denselben Verhältnissen wie bei unseren Zertrümmerungsversuchen negative Resultate erhalten wurden.

Gegen die vorgeschlagene Erklärung spricht weiter noch folgendes:

1. Falls wirklich bei unseren Versuchen β-Teilchen mit beobachtet wurden, so wäre zu erwarten, daß bei Verwendung von Radium-C-Präparaten als Strahlungsquellen mit einer um mehrere Größenordnungen stärkeren β- und γ-Bestrahlung der Substanz sowohl als des Szintillationsschirmes eine wesentlich größere Zahl von Teilchen beobachtet werden müßte als mit den von durchdringender Strahlung praktisch freien Poloniumpräparaten. Dies war aber durchaus nicht der Fall.

[1] Diese Zeitschrift **16**, 204. 1928.

[2] Mitt. Ra-Inst. **204**, 357. 1927; Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien IIa **136**, 5. und 6. Heft.

Daß die durchdringenden Strahlen aus den radioaktiven Präparaten keine durch im Zinksulfidschirm ausgelöste Photoelektronen erregte sichtbare Szintillationen hervorrufen können, beweisen die zahlreichen, bei jeder Versuchsserie ausgeführten „Verseuchungsproben", bei welchen mit gegen die Substanz abgeschirmter α-Strahlung keine nennenswerte Zahl von Szintillationen beobachtet wurde.

2. Bei Versuchen nach der photographischen Methode[1] wurden deutliche Punktreihen, verursacht durch Atomtrümmer aus mit Polonium-α-Teilchen bestrahltem Graphit und Aluminium erhalten, Versuche, ähnliche Punktreihen mit β-Teilchen zu erhalten, waren vollkommen erfolglos[2].

3. Bei Beobachtungen von G. Stetter[3] im Massenspektroskop, wo mit mehreren von den erwähnten Elementen deutliche H-Maxima gefunden wurden, ist es ausgeschlossen, daß β-Teilchen aus dem Spaltsystem, das eine entgegengesetzte Ablenkung bewirkende Magnetfeld durchsetzen und so zum Zinksulfidschirm gelangen könnten. Die Annahme einer Anhäufung von etwaigen, durch γ-Strahlung aus der Strahlungsquelle im Zinksulfidschirm ausgelösten sekundären β-Teilchen gerade an der Stelle, wo Teilchen von $e/m = 9{,}640$, d. h. H-Teilchen auf dem Schirm sichtbar waren, wäre gänzlich unbegründet.

Eine weitere Stellungnahme von unserer Seite zu der Mitteilung von Bothe und Fränz muß verschoben werden, bis eine ausführliche Darstellung ihrer Versuchsanordnung und Beobachtungen vorliegt. Mit sechsjähriger Erfahrung auf diesem technisch äußerst schwierigen Gebiete sind wir der Meinung, daß man sich auch gegen negative Ergebnisse nach einer früher nicht bei derartigen Untersuchungen verwendeten Methode kritisch verhalten muß. Die Ergebnisse sowohl in Cambridge als hier in Wien beweisen zur Genüge, daß mit der weiteren Entwicklung einer Beobachtungsmethode die Zahl der für zertrümmerbar gefundenen Elemente wesentlich erweitert werden kann.

Wien, Institut für Radiumforschung, den 14. März 1928. Hans Pettersson. Gerhard Kirsch.

Das Wiedervereinigungsleuchten des Jods.

Wood schreibt in seinem *Physical optics*, daß beim Hitzen des Jods bis auf 600—700° ein gelbes Leuchten zu beobachten ist. Einen Hinweis darauf findet man auch bei Konen. Die von uns vorgenommenen Versuche haben gezeigt, daß dieses Leuchten bei der Erhitzung des Jods sowohl in der Luft als auch im geschlossenen evakuierten Gefäß auftritt und zwar mit solcher Intensität, daß eine Möglichkeit bestand, es mit einem Spektrograph zu photographieren. Schon bei der okularen Beobachtung mit Hilfe eines Spektroskops der direkten Vision konnte man im Spektrum dieses Leuchtens zahlreiche im Rot, Gelb und Grün liegende Banden erkennen, die sehr charakteristisch für die Jodfluorescenz sind. Eine sehr starke Absorption dieses Leuchtens durch den Joddampf spricht auch dafür, daß dieses Spektrum dem J_2-Molekül angehört. Die Banden sind am meisten scharf im Rot und Gelb. Im Grün liegende Banden sehen diffuser aus und bei kürzeren Wellenlängen ist schon keine Bandenstruktur zu erkennen. Das Vorhandensein der Wellenlängen, die kürzer als λ 4995 Å sind (Konvergenzstelle) läßt einige bestimmte Schlüsse über die Anregungsart dieses Leuchtens machen. Hier käme in Frage die Wiedervereinigung der durch hohe Tem-

[1] Zeitschr. f. Phys. **42**, 692. 1927.

[2] S. Kinoshita und H. Ikenti, Journ. college of science, Tokyo Univ. **37**, 1. 1917.

[3] Ibid. S. 741.

peratur erzeugte Jodatome zu Molekül J_2. Die Erscheinung scheint eine Umkehrung des Prozesses der Photodissoziation (DYMOND, KUHN) darzustellen. Aus der Tatsache, daß bei der Lichteinwirkung das Jodmolekül in einem Elementarakt in ein angeregtes und ein normales J-Atom dissoziiert, ist nämlich zu schließen, daß die Wiedervereinigung der Jodatome mit der Lichtemission begleitet werden kann, gemäß dem Schema:

$$J^1 + J \rightarrow J_2 + h\nu.$$

Das Vorhandensein eines analogen Prozesses im Fall von Atomionen und Elektronen hat neulich MOHLER festgestellt.

Unsere weiteren Versuche, die augenblicklich im Gange sind, werden zeigen, ob diese Vermutung der Wirklichkeit entspricht.

Leningrad, Phys.-Techn. Röntgeninstitut, Laboratorium für Elektronenchemie, den 27. April 1928.

V. KONDRATJEW und A. LEIPUNSKY.

Röntgenspektrographische Untersuchung eines Cellobioseanhydrids.

Vor einiger Zeit haben M. BERGMANN und E. KNEHE[1] ein Anhydrid der Cellobiose beschrieben, das in freiem Zustand gewisse Ähnlichkeiten mit Cellulose zeigt, dessen Acetate aber in einigen Lösungsmitteln molekulardispers im Sinne von $C_{12}H_{14}O_{10}(Ac)_6$ (Hexacetat) aufgelöst waren.

Die Röntgenuntersuchung dieses *Cellobioseanhydrids* ergab ein Diagramm, das mit dem der Hydratcellulose in jeder Hinsicht identisch ist. (Die Aufnahmen des Anhydrids sind bemerkenswert klar.)

Die Identität der Diagramme von Cellobioseanhydrid und Hydratcellulose wurde nach zweierlei Art geprüft:

1. Es wurden Debye-Scherrer-Aufnahmen von beiden Substanzen in gleicher Entfernung aufgenommen und die Diagramme übereinander gelegt. Es ergab sich exakte Deckung der Interferenzen, die auch bezüglich der Intensität genau übereinstimmen.

2. Es wurde gleichzeitig das Anhydrid mit merzerisierter Ramie (gerichtetes Faserbündel) aufgenommen. Auch hier herrscht völlige Übereinstimmung zwischen Kreisen und Punkten.

Das Diagramm des *Hexacetats* erwies sich als identisch mit dem des bekannten Cellulosetriacetats.

Hexacetyl-Cellobioseanhydrid $\sin^2 \frac{\vartheta}{2}$		Triacetyl-Cellulose $\sin^2 \frac{\vartheta}{2}$
0,0055	s. st.	0,0053 s. st.
0,0087	s. st.	0,0083 s. st.
0,0135	st.	0,0131 st.
		0,0212 m.
0,0216	m. st. scharfer breiter Ring, bestehend aus mehreren Interferenzen	0,0227 m.
0,0279		0,0255 m.
		0,0260 s.
0,0431	st.	0,0488 st.
0,0532	st.	0,0538 s. st.

Die Werte stimmen nach Lage und Intensität sehr gut überein. Zu bemerken ist, daß die Werte von Hexacetyl-Cellobioseanhydrid aus einem Debye-Scherrer-Diagramm, dagegen die von Triacetyl-Cellulose aus einem Faserdiagramm gewonnen sind. (Durch Überlagerung von Interferenzkreisen kommen bei Debye-Scherrer-Diagrammen kleine Abweichungen gegenüber dem Faserdiagramm vor.) Außer den bei Hexacetyl-Cellobioseanhydrid angeführten Interferenzen sind noch einige schwächere beobachtet. Auffallend ist auch hier die Klarheit des Diagramms[1].

Auf die naheliegenden Konsequenzen für den Aufbau der Cellulose werden wir an anderer Stelle eingehen.

Dresden und Dahlem, den 3. Mai 1928.

MAX BERGMANN. R. O. HERZOG. W. JANCKE.

[1] Liebigs Ann. d. Chem. **445**, 1. 1925.

Resonanz-Fluorescenz des Cyans?

Im Nachleuchten des Stickstoffes treten gewöhnlich auch ohne besondere Zusätze die violetten CN-Banden auf, und zwar mit besonderer Intensitätsverteilung (s. STRUTT und FOWLER[2], JEVONS[3] und JENKINS[4]). In der elektrodenlosen Ringentladung ist die Intensität der CN-Banden im Nachleuchten entsprechend der Reinheit der Bedingungen besonders gering. Sie haben dann, was offenbar mit diesem geringen Partialdruck zusammenhängt, eine auffallend andere Struktur. Es treten nämlich fast nur die Linien R ($3^1/_2$), R ($6^1/_2$), R ($14^1/_2$) und P ($5^1/_2$), P ($8^1/_2$), P ($16^1/_2$) der Banden $0 \rightarrow 1$ und $0 \rightarrow 0$ auf. Erst bei sehr viel längeren Belichtungen treten auch die übrigen Linien und Banden auf. Nur einige Kanten sind auf den weniger belichteten Aufnahmen schwach zu erkennen. Daß es sich hier wirklich um Linien der CN-Banden handelt, wird dadurch bewiesen, daß die genannten Linien sowohl in der Bande λ 4216 wie in der Bande λ 3883 an entsprechender Stelle auftreten. Dazu kommt, daß die Differenz der Laufzahlen m für P- und R-Zweig immer gerade $= 2$ ist. Es werden hier also die Zustände mit den Rotationsquantenzahlen $m' = 4^1/_2$, $7^1/_2$ und $15^1/_2$ fast ausschließlich angeregt. Es ist unwahrscheinlich, daß eine so scharfe Resonanz bei Dreierstößen zwischen einem CN-Molekül und zwei N-Atomen oder bei einem Stoß zweiter Art mit einem metastabilen N_2-Molekül besteht (je nach der Annahme über die Natur des nachleuchtenden Stickstoffs).

Vermutlich handelt es sich um eine zur Jodresonanzfluorescenz analoge Erscheinung bei den CN-Banden. Eine derartige Resonanz ist allerdings bei Molekülen wie CN, bei denen die Rotationsniveaus soweit auseinanderliegen, bisher noch nicht beobachtet worden. Ihr Auftreten unter den genannten Bedingungen dürfte darauf zurückzuführen sein, daß, während bisher eine solche Resonanzfluorescenz immer durch Anregung mit Linien aus Linienspektren erfolgte, die Anregung hier mit den ultravioletten Banden erfolgte, die im Nachleuchten zu erwarten sind, aber bisher noch nicht beobachtet wurden[5]. Ein zufälliges Übereinstimmen der entsprechenden Energieniveaus ist dann verständlich.

Zu bemerken ist schließlich noch, daß, wenn, wie bisher als wahrscheinlich angesehen wird[6], der Endzustand bei der Emission der violetten CN-Banden der Grundzustand ist, die erregenden Linien oder Banden auch hätten beobachtet werden müssen, was nicht der

[1] Auch ein Cellobiosan, das der eine von uns nach der Vorschrift von K. HESS bereitet hatte, und sein Hexacetat ergaben dieselben Diagramme wie unser Cellobioseanhydrid und sein Acetat.

[2] R. J. STRUTT und A. FOWLER, Proc. Roy. Soc. London A **86**, 105. 1912.

[3] W. JEVONS, Proc. Roy. Soc. London A **112**, 407. 1926.

[4] F. A. JENKINS, Phys. Rev. **31**, 539. 1928.

[5] Siehe H. SPONER, Zeitschr. f. Physik **41**, 611. 1927.

[6] R. S. MULLIKEN, Phys. Rev. **28**, 499. 1926.

Fall ist. Wenn also die obige Vermutung richtig ist, ist es nicht möglich, daß der genannte Endzustand der Grundzustand ist, sondern dieser letztere muß wesentlich tiefer liegen.

Eine ausführliche Wiedergabe der Beobachtungen mit Reproduktion eines Spektrogramms wird demnächst in der Zeitschrift für Physik in einer Arbeit über das Stickstoffnachleuchten erscheinen.

Darmstadt, Physikalisches Institut der Techn. Hochschule, den 9. Mai 1928.

GERHARD HERZBERG.

Besprechungen.

GAMS, H., **Von den Follatères zur Dent de Morcles.** Vegetationsmonographie aus dem Wallis. Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 15. Bern: Hans Huber 1927. XII, 760 S., mit einer mehrfarbigen Vegetationskarte, 26 Tafeln und 100 Textfig. 16×23 cm. Preis geh. Fr. 48.—.

Durch den unerschöpflichen Reichtum seiner Flora sowohl wie durch die Vereinigung einer ungewöhnlich großen Mannigfaltigkeit der Pflanzendecke auf engem Raum genießt das Wallis, seitdem es zuerst durch die klassische Schilderung von H. CHRIST in seinem „Pflanzenleben der Schweiz" (1879) näher bekanntgeworden ist, mit Recht den Ruf als eines der pflanzengeographisch anziehendsten und interessantesten Gebiete nicht bloß der Schweiz, sondern ganz Mitteleuropas. Es ist daher mit großer Freude zu begrüßen, daß in dem vorliegenden Bande der verdienstlichen, unter der Leitung von E. RÜBEL erscheinenden Publikationsserie wenigstens ein Teilabschnitt dieses Gebietes, nämlich der nördlich des Rhonetals beiderseits des Rhoneknies von Martigny etwa von St. Maurice im Nordwesten bis Riddes im Nordosten sich erstreckende Teil eine gründliche und modernen Gesichtspunkten Rechnung tragende monographische Darstellung erfährt. Schon der große Umfang des Bandes läßt erkennen, welch außerordentliche Summe von Fleiß und Arbeit der Verf. auf denselben verwandt hat; in noch viel höherem Maße verstärkt wird dieser Eindruck, wenn man bei näherer Vertiefung einen Einblick gewinnt sowohl in die außerordentlich große Zahl sorgfältiger Vegetationsaufnahmen, die das zugrunde liegende Material bilden, wie auch in die sicher nicht geringere Mühe, welche die Verarbeitung dieses Materials ebenso wie diejenige der weitschichtigen Literatur verursacht haben müssen. Zugleich erhellt dabei die außerordentliche Belesenheit des Verf. nicht bloß hinsichtlich der sein Untersuchungsgebiet und die Pflanzengeographie der Schweiz betreffenden, sondern auch hinsichtlich der gesamten neueren allgemeinen und speziellen pflanzensoziologischen Literatur; weiter kommt dem Verf. in ersichtlichem Maße auch der Umstand zugute, daß er nicht nur die Schweiz und Mitteleuropa, sondern in erheblichem Umfange auch die Vegetationsverhältnisse anderer europäischen Länder aus eigener Anschauung kennt. Wenn Ref. trotzdem die vom Verf. gegebene Darstellung nicht als restlos befriedigend zu empfinden vermag, so liegt das, abgesehen von gewissen hier nicht näher zu erörternden Differenzen der pflanzensoziologischen Grundauffassungen, vor allem in dem vom Verf. gewählten Anordnungsprinzip begründet, das sich von dem sonst in Vegetationsmonographien gebräuchlichen in starkem Maße und, wie dem Ref. scheint, nicht durchgängig mit Vorteil entfernt. Verf. ordnet nämlich die von ihm angenommenen und als „Vereine" bezeichneten Grundeinheiten der Vegetation dem von ihm schon in einer früheren theoretischen Arbeit entwickelten, eng an dasjenige von RAUNKIAER sich anschließenden Lebensformenschema unter und bekommt dadurch folgende Gliederung: 1. Die errante Vegetation (vorzugsweise Plankton und Algengesellschaften, außerdem auch frei schwimmende Blütenpflanzen). 2. Die adnate Vegetation (Gesteins- und Rindenhafter, Algen, Moose und Flechten). 3. Die radikante Vegetation mit den Vereinsklassen: a) Hydrophytia, b) Helophytia (einschließlich der Schneeboden- und Hochmoorvereine), c) Geophytai (einschließlich Therophyten- und Kulturvegetation), d) Hemikryptophytia (Wiesen einschließlich Hochstauden-, Spalten- und Geröllvegetation), e) Chamaephytia („Heiden" im weitesten Sinne, einschließlich Steppenwiesen und Felsenheiden), f) Phanerophytia (Gehölze). Nun kann man sich zwar auf den Standpunkt stellen, daß für eine analytische Übersicht eine solche mit strenger Konsequenz durchgeführte Einteilung zweifellos gewisse Vorteile bietet; dem steht aber auf der anderen Seite die Tatsache gegenüber, daß eine derartige logische Schärfe und Konsequenz der organischen Natur fremd ist und daß ein von diesen Gesichtspunkten beherrschtes und so weitgehend wie nur möglich vereinfachtes Schema unvermeidlich die Folge mit sich bringt, daß einerseits ziemlich wesensverschiedene Dinge unter einen Hut gebracht und andererseits manche in der Natur bestehenden Zusammenhänge zerrissen werden und daß die natürliche Mannigfaltigkeit und Vielseitigkeit nicht zu adäquatem Ausdruck gelangt. Es würde zu weit führen, hier im einzelnen näher darauf eingehen und zeigen zu wollen, daß und in welcher Weise in der vorliegenden Darstellung diese Folge eingetreten ist; mindestens aber würde, wenn die Darstellung ein umfassendes und lebensvolles Bild der Vegetationsverhältnisse gewähren soll, dem analytischen ein entsprechender synthetischer Teil zur Seite treten müssen, und dieser, der auf S. 734—759 die Komplexe und die Sukzessionen der großen Vegetationseinheiten behandelt, ist leider im Verhältnis zu dem analytischen allzu kurz ausgefallen.

Im übrigen sei aber dankbar anerkannt, daß Verf. auch die kryptogamischen Gesellschaften, die sonst in derartigen Arbeiten oft nur sehr stiefmütterlich behandelt werden, ebenfalls zu ihrem vollen Rechte kommen läßt, und daß ferner auch die ökologischen Verhältnisse nicht nur des Gesamtgebietes, denen der erste, die „Umwelt" behandelnde Hauptteil gewidmet ist, sondern auch diejenigen der einzelnen Gesellschaften allermeist in ansprechender und klarer Weise Berücksichtigung finden. Leider hat es der Raum nicht gestattet, auch den floristischen Teil der Monographie zur Veröffentlichung zu bringen; Verf. hat sich daher genötigt gesehen, sich hier mit einer auszugsweisen Zusammenstellung zu begnügen, die sich auf das für das Verständnis der Vegetationsbeschreibung unumgänglich Notwendige beschränkt. Eine wertvolle Beigabe bildet die große Zahl von Vegetationsbildern wie auch die im Maßstab 1 : 50000 gehaltene Vegetationskarte, wogegen manche der als Textfiguren wiedergegebenen schematischen Zeichnungen (z. B. Fig. 36, 44, 71, 74 u. a. m.) als ziemlich nichtssagend wohl entbehrlich gewesen wären.

W. WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

WALTER, H., **Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands.** Jena: Gustav Fischer 1927. XII, 458 S., 170 Abbildungen im Text und 4 farb. Karten. 17×26 cm. Preis geh. RM 22.—, geb. RM 24.—.

Der zunehmenden Wiederbelebung des Interesses an pflanzengeographischen Fragen auch in Deutschland, auf die Ref. in seinen Berichten in dieser Zeitschrift schon mehrfach hinzuweisen Gelegenheit hatte, verdankt auch das vorliegende verdienstliche Buch seine Entstehung; ja, durch dasselbe wird das Fortschreiten und die Vertiefung dieser Wiederbelebung insofern mit besonderer Deutlichkeit zum Ausdruck gebracht, als der Verfasser von Haus aus kein „zünftiger" Pflanzengeograph, sondern Experimentalphysiologe war, der im Verlaufe seiner Forschungstätigkeit an sich selbst die Erkenntnis gewonnen hat, daß die Botanik in ihrer bei uns in den letzten Jahrzehnten fast ausschließlich gepflegten Richtung doch allzusehr reine Laboratoriumswissenschaft geworden war und sich bemühen muß, den Zusammenhang mit der Natur wieder enger zu gestalten, wenn anders sie der Vielseitigkeit und dem inneren Wesen der in ihr Forschungsgebiet fallenden Erscheinungen in befriedigendem Maße gerecht werden will.

Der Hauptnachdruck in der vom Verf. gebotenen Darstellung liegt — das gelangt vielleicht in dem gewählten Titel doch nicht ganz mit genügender Deutlichkeit zum Ausdruck — auf der allgemeinen Pflanzengeographie; es handelt sich mehr um eine Einführung in diese als um eine solche in die spezielle Pflanzengeographie Deutschlands, indem eben nur die deutsche Pflanzenwelt als wenn auch nicht ganz ausschließliches, so doch im stärksten Maße bevorzugtes Anwendungs- und Erläuterungsobjekt herangezogen wird und die der heimischen Flora und Pflanzendecke fremden Erscheinungen höchstens kurz gestreift werden. Indem so die deutsche Pflanzenwelt in diesem größeren und allgemeineren Rahmen betrachtet wird, ergibt sich allerdings der Verzicht auf die Schilderung der den einzelnen Landschaften und Teilgebieten als charakteristische Eigentümlichkeiten zukommenden besonderen Züge, soweit sich an sie nicht, wie z. B. an die Heide Nordwestdeutschlands, an die Pflanzenwelt der Moore mit ihren vielfachen ökologischen und pflanzengeographischen Besonderheiten u. ä. m., allgemeinere Fragen anknüpfen. Auf der anderen Seite wird aber gerade dadurch die Tatsache in das rechte Licht gestellt, daß auch die heimische Pflanzenwelt für die Behandlung der leitenden Gesichtspunkte und Methoden, der allgemeinen Problemstellung und der bei den Versuchen zu ihrer Lösung bisher erzielten Ergebnisse ein wohl geeignetes und reichhaltiges und auch noch längst nicht erschöpftes Feld bietet. Durch dieses Leitprinzip ist auch die für die Behandlung des Stoffes zugrunde gelegte Disposition bestimmt, indem in vier Hauptteilen die floristische Pflanzengeographie, die Lehre von den ökologischen Faktoren, die genetische Pflanzengeographie und die Pflanzensoziologie zur Darstellung gelangen. Mit Recht und im allgemeinen auch durchaus erfolgreich hat Verf. auch innerhalb dieser Hauptteile auf möglichste Klarheit und Übersichtlichkeit der Stoffanordnung großen Wert gelegt, wie sie auch in dem ausführlichen Inhaltsverzeichnis zum Ausdruck kommt; eine gewisse Durchbrechung dieses Grundsatzes scheint dem Ref. allerdings darin zu liegen, daß die Erörterung der Reliktenfrage bereits im ersten Teil im Anschluß an die Behandlung der Florenelemente ihren Platz gefunden hat und dadurch des inneren Zusammenhanges mit der erst im dritten Hauptteil erfolgenden Darstellung der Entwicklungsgeschichte der deutschen Pflanzenwelt verlustig gegangen ist. In diesem letzteren steht vor allem die pollenanalytische Forschung im Mittelpunkt der Darstellung; im übrigen ist es von Interesse, daß Verf. sich als überzeugten Anhänger der WEGENERschen Kontinentalverschiebungs- und Polwanderungstheorie bekennt, wobei er es aber doch nicht hätte unterlassen sollen, auch die gegen diese gerichtete Schrift von GOTHAN und die berechtigte Kritik, die die einschlägige pflanzengeographische Arbeit IRMSCHERS gefunden hat, zu erwähnen. Im übrigen ist, soweit Ref. zu sehen vermag, die neuere Literatur fast durchgängig mit großer Vollständigkeit berücksichtigt; hinsichtlich der Zitate hat Verf. sich eine gewisse Beschränkung auferlegt und vorzugsweise die leichter zugänglichen, neueren und zusammenfassenden Arbeiten angeführt, die ja dem, der tiefer in eine spezielle Frage einzudringen wünscht, ohne weiteres auch den Zugang zu der älteren Literatur eröffnen.

Für eine „Einführung" ist vielleicht der Umfang des Buches ein wenig zu stattlich ausgefallen, doch wird durch diese Annäherung an den Charakter eines Handbuches eine größere Vertiefung der Darstellung und eine eingehendere Erörterung auch solcher Fragen ermöglicht, die gerade gegenwärtig in besonderem Maße im Brennpunkt des wissenschaftlichen Interesses stehen. Immerhin hat sich Verf. bei der übergroßen Fülle des Stoffes naturgemäß zu einer gewissen Auswahl genötigt gesehen, die vor allem in der nicht gleichmäßigen Ausführlichkeit der Behandlung der verschiedenen Gegenstände zum Ausdruck kommt; daß hierbei auch eine gewisse subjektive Färbung und eine nicht überall gleichmäßig originelle Darstellung sich geltend macht, liegt in der Natur der Sache und es scheint dem Ref. daher nicht angebracht, in dieser Hinsicht eine nähere Kritik zu üben. Auch gewisse kleinere Unausgeglichenheiten, die sich hinsichtlich der vom Verf. angenommenen Gliederung der Florenelemente und der Zuordnung der verschiedenen Arten zu diesen hier und da bemerkbar machen, bedeuten keinen erheblichen Mangel; wünschenswert wäre es allerdings gewesen, wenn Verf. sich bei den diesem Abschnitt beigegebenen Arealkarten nicht auf die Reproduktion von solchen beschränkt hätte, die aus der vorhandenen Literatur zu entnehmen waren, weil auf diese Weise nicht durchweg die gerade für die deutschen Verhältnisse besonders typischen Bilder geboten werden. Bei der Darstellung der Verbreitungsgrenze der Rotbuche hat Verf. sich leider ganz an die Karte von LÄMMERMAYR gehalten, in der die von PAX zugänglich gemachten Feststellungen über den Verlauf dieser Grenze in Polen keine Berücksichtigung gefunden haben und die auch hinsichtlich des nordostdeutschen Flachlandes unzutreffend ist; ähnliches gilt auch von der Darstellung der Fichtengrenze. Die vom Verf. zugrunde gelegte, an DRUDE sich anschließende Gliederung Deutschlands in nur fünf Florenregionen bedeutet wohl vom heutigen Standpunkte aus eine etwas zu weit gehende Vereinfachung und Schematisierung, die den tatsächlichen Verhältnissen der Pflanzenverbreitung nicht voll befriedigend gerecht wird. Auch hätte vielleicht hier wie an manchen Stellen der anderen Abschnitte der pflanzengeographische Charakter Deutschlands als eines durch mannigfache Beziehungen mit den Nachbargebieten verbundenen, vielseitigen und verwickelten Misch- und Übergangsgebietes noch deutlicher und schärfer herausgearbeitet werden können. Der soziologische Teil beschränkt sich naturgemäß in erster Linie auf die Darstellung der wichtigsten Formationen und Formationsgruppen, wobei vor allem die anschaulich und klar

geschriebene Schilderung der ökologischen Charakteristik und Bedingtheit dankbare Anerkennung verdient; als wünschenswert hätte Ref. es nur gefunden, wenn von der Erläuterung durch einzelne Assoziationsaufnahmen in etwas weiterem Umfange, als es geschehen ist, Gebrauch gemacht worden wäre. Was endlich die illustrative Ausstattung des Buches angeht, so wird dieselbe, von dem oben berührten Punkt abgesehen, allen billigen Wünschen gerecht; die vier beigegebenen Karten beziehen sich auf die Phänologie des Frühlings-, Frühsommer-, Hochsommer- und Herbsteinzuges in Mitteleuropa.

Im ganzen darf, wie schon eingangs hervorgehoben, das Buch als eine dankenswerte und erfreuliche Bereicherung der deutschen botanischen Literatur bezeichnet werden, von der man nur hoffen kann, daß sie der Ausgangspunkt einer weiteren Ausbreitung und Vertiefung der pflanzengeographischen Studien in Deutschland werden möge.

W. Wangerin, Danzig-Langfuhr.

OLTMANNS, FRIEDRICH, **Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes.** 3. Auflage erweitert auf Randen, Hegau und Bodenseegebiet. Herausgegeben vom Badischen Schwarzwaldverein 1927. Band I: XVI, 690 S. und 145 Abbildungen im Text, Band II: 24 Karten und 200 teils schwarze, überwiegend aber farbige Tafeln. 16 × 23 cm. Preis RM 35.—.

Von der ersten Auflage hatte ich in dieser Zeitschrift (Jg. 10, H. 40, S. 888—890. 1922) eine Besprechung gebracht, die als charakteristisch bezeichnete, daß es sich um kein Bestimmungsbuch, um keine Floristik handelte, sondern daß ein lebendiges Bild des vegetativen Kleides der Schwarzwaldgegend und seiner Entstehung, seiner vielfachen Beziehungen zu den großen Vegetationszentren, der Einwanderungen aus diesen usw. entworfen werden sollte. Als die größte Schwierigkeit führte ich an, daß das Buch „dem Laien wie auch dem Kenner" *in gleicher Weise* gerecht werden sollte. Ich schloß meine Besprechung mit den Sätzen: „Alles in allem: das Buch ist *für den Laien* eine unerschöpfliche Fundgrube neuer naturwissenschaftlicher Kenntnisse, eine außerordentliche Anregung zur Beschäftigung mit der Scientia amabilis, eine Quelle unversieglicher Genüsse, die über die Widerwärtigkeiten des heutigen beruflichen und nichtberuflichen Alltagslebens erheben und sie vergessen lassen, für *den Kenner* ein angenehmes Repetitorium mit zahlreichen neuen phytostatischen Tatsachen, mit originellen pflanzengeographischen und pflanzengemeinschaftlichen Auffassungen, die manchmal auch zum Widerspruch reizen werden, für *den Bewohner* des geschilderten herrlichen Landes ein echtes Heimatbuch, das sich nicht nur an den Verstand, sondern auch an das deutsche Gemüt wendet."

Dieses zusammenfassende Urteil gilt auch für die jetzige 3. Auflage. Die zweite bestand nur aus 400 wegen Papiermangels damals nachträglich gedruckten Exemplaren der ersten und wurde „aus rein äußeren Gründen" als 2. Auflage bezeichnet. Der Hauptunterschied der vorliegenden sog. 3. Auflage ist die im Titel schon genannte *Gebietserweiterung*, die ca. 100 Seiten einnimmt, sowie die um 26 *erhöhte Zahl der Textabbildungen*. Daß trotzdem der Gesamtumfang eher etwas kleiner ist als der der 1. Auflage, rührt von einem engeren Druck her, der aber auch in der neuen Form sehr deutlich und angenehm zu lesen ist. Der Verf. hatte inzwischen selbst den Hegau und die Gebiete um den Bodensee häufig besucht und außerdem seinen Schüler Johannes Bartsch zu einer genaueren Durchforschung jener Landesteile angeregt. Die Resultate derselben sind in einer ursprünglichen Doktordissertation, die unter verschiedenen materiellen Beihilfen unter dem Titel „Die Pflanzenwelt im Hegau und im nordwestlichen Bodenseegebiet" (Ueberlingen 1925) erschien, niedergelegt worden. Diese Veröffentlichung bot dem Verf. „eine willkommene Grundlage der vorliegenden Darstellung". Manche Tafeln wurden durch bessere ersetzt. Auch wurden neue Verbreitungskarten hergestellt, zum Teil schon wegen des Fehlens des Bodensees in denen der 1. Auflage, besonders mit Hilfe von Dr. Bartsch. So wurden 6 farbige Karten beigegeben und die schwarzen auch noch erheblich vermehrt. Eine ganze Anzahl Hilfskräfte beteiligten sich an dem 2. Bilderband, der diesmal erst recht eine erfreuliche Zugabe bedeutet.

Unter dem „östlichen Schwarzwaldvorland" ist in dieser Auflage *das untere Wutachtal* einer besonderen Besprechung unterworfen. Dann schließt sich der große neue Teil: IV. Das Bodenseegebiet, an, der zerfällt in A. Allgemeines, B. Die Pflanzendecke und C. Verbreitung und Wanderwege. Die „Pflanzendecke" gliedert sich in: 1. Die Hegauberge, 2. Die Ufer des Ueberlinger Sees, 3. Schienerberg und Bodenrücken, 4. Die Binnenseen und deren Verlandung, 5. Der See und seine Verlandungen. Aus dem letzten Abschnitt sei als von allgemeiner Bedeutung das Kapitel über „Die Lebenslage der Wasserpflanzen" mit ihren ökologischen Modifikationen besonders hervorgehoben.

Am Schluß faßt Oltmanns nochmals die *vegetative Besiedelung des ganzen behandelten Gebietes* und die *Einwanderungen* von außen in folgenden Sätzen zusammen: „Blicken wir auf das Gesagte zurück, so ergibt sich, daß unsere heimische Pflanzenwelt ein überaus buntes Gemenge verschiedenartigster Herkunft darstellt. Von den *atlantischen* Küsten her, aus Südwest und Süden ergoß sich ein Strom in das Oberrheintal, entsandte aber Vorposten bis in das Gebiet des Bodensees. Während dem Rheintal *alpine* und *nordische* Arten abgehen, sind der Jura, das Molassegebiet und die Baar mit diesen geradezu übersät. Einige Arten folgten dem Jurazuge, andere brachen aus den östlich gelegenen Bergregionen ein, wieder andere zeigen direkte Verbindung mit den Alpen. In jenem Gebiet endigen auch Vertreter des hohen Nordens. Dazu treten Bestandteile der *Ost*-Flora. Diese wandern allein an der Donau aufwärts, oder aber sie dringen auch über Jura und Rhonegebiet zu uns vor. Mögen manche an den Jura gekettet bleiben, viele treten über dessen Grenzen hinaus, oft so weit, daß man zur Zeit nicht mehr erkennen kann, ob man sie als danubisch oder als burgundisch bezeichnen muß. Völlig vom Jura unabhängig sind die herzynischen Typen, welche aus dem sächsisch-thüringischen Florenbezirk gegen Süden wanderten und bei uns ihre Grenze fanden. Vertreter aller Typen treffen sich in den Landen um den Bodensee, und insofern stellen diese für unsere heimische Pflanzengeographie das Tüpferl auf dem i dar."

K. Touton, Wiesbaden.

SCHUSTER, JULIUS, **Linné und Fabricius. Zu ihrem Leben und Werk.** München: Verlag der Münchner Drucke 1928. Drei Faksimiles mit einem Nachwort über das natürliche System. 7 Abb. 15×23 cm. Preis RM 4.—.

Die kleine Broschüre bringt 3 Faksimiledrucke aus dem 18. Jahrhundert, die sich um den großen Naturforscher Linné gruppieren. Der erste Druck gibt eine Lebensbeschreibung Linnés und stammt aus der Feder seines Schülers Johann Christian Fabricius. Fabricius war um so eher berufen, seine Erinnerungen an Linné festzuhalten, weil er dem Rufe dieses Mannes

folgend, seine Heimat verlassen hat und dann 2 Jahre hindurch mit seinem Lehrer in täglichem Verkehr gestanden hat. So geht ein starker persönlicher Zug durch diese Aufzeichnungen. Hinter allem steht die große Verehrung, die FABRICIUS seinem Meister nicht nur in wissenschaftlichen, sondern auch in menschlichen Dingen gezollt. Freilich neben vielen sympathischen Eigenschaften, wie dem liebevollen Eingehen auf seine Schüler, der heiteren Geselligkeit und der vorbildlichen Hingabe an die Lösung wissenschaftlicher Probleme führt FABRICIUS auch kleine Züge an: „Sein Ehrgeiz war unbeschränkt und sein Wahlspruch: Famam extendere factis, war das wahre Bild seiner Seele." Und seinen wissenschaftlichen Gegnern gegenüber schlug er das Verfahren ein, sie totzuschweigen. FABRICIUS berichtet auch über die Jugendentwicklung LINNÉS, und da erfahren wir, daß er, wie so viele, deren Bedeutung erst später erkannt wurde, in der Schule zunächst versagt hat. „Die Schule im Gegenteil war weit weniger nach seinem Geschmack. Er besuchte sie mit Verdruß und lernte daher auch nur wenig. Seine Lehrer klagten über ihn, und der Vater beschloß, weil er keine Lust zu den Wissenschaften zu haben schien, ihn bei einem Schuster in die Lehre zu geben." Hier griff im entscheidenden Augenblick ein Prediger helfend ein und erreichte es, daß dem jungen LINNÉ das Studium ermöglicht wurde. Freilich, es ist in seinen ersten Etappen recht dornenvoll gewesen infolge der wirtschaftlichen Schwierigkeiten. FABRICIUS schreibt: „Er hat mir oft versichert, daß er in der ganzen Zeit keine Schuhe gehabt, sondern die abgetragenen seiner Mitstudierenden mit Kartenblättern ausgebessert, um seine Füße damit zu bedecken." Aber trotz aller dieser Hemmnisse setzte sich dann LINNÉ auf Grund seiner überaus genialen Veranlagung mehr und mehr durch und es ist besonders glücklich für seinen Entwicklungsgang gewesen, daß der König, von wissenschaftlicher Seite auf ihn aufmerksam gemacht, ihm jede nur mögliche Förderung zuteil werden ließ und seiner Freundschaft zu LINNÉ auch dadurch Ausdruck verlieh, daß er ihn in den Ritterstand erhob. In jähem Anstieg hat sich die Bahn LINNÉS bis zum höchsten Gipfel erhoben. Daß das aber nicht Zufall, sondern Verdienst war, ist einer der leitenden Gedanken, der durch die Lebensbeschreibung von FABRICIUS zieht, in der die bahnbrechenden Leistungen auf den verschiedensten Wissensgebieten ausführlich behandelt werden.

Das zweite Faksimile (Introductio ad ordines naturales e manuscripto Gisekii, Introductio ad ordines naturales e manuscripto Fabricii) gibt die Niederschriften zweier Schüler, zu entsprechenden Vorlesungen LINNÉS über das natürliche System wieder. Das dritte bringt eine Autobiographie von FABRICIUS, in der dieser um die Weiterführung LINNÉscher Ideen und LINNÉscher Arbeitsweise so verdiente Forscher über sein eigenes bewegtes Leben berichtet, das ihn mit vielen führenden Vertretern der Wissenschaft in den verschiedensten Bezirken Europas zusammengebracht hat.

Besondere Verdienste hat er sich — hier weit über LINNÉ hinausgehend — um die systematische Gliederung der Insekten erworben, so daß er noch jetzt zu den bahnbrechenden Entomologen gerechnet werden muß.

Die Broschüre schließt mit einem zusammenfassenden Schlußabschnitt von JULIUS SCHUSTER, der die Verdienste LINNÉS um die Schaffung eines natürlichen Systems der Organismen, besonders behandelt. Darin erblickt SCHUSTER eine der größten Taten auf dem Gebiete der Biologie. Die Bedeutung LINNÉS für die Wissenschaft ist aber damit noch keineswegs umschrieben. „Daß LINNÉ überdies, vornehmlich in den Amoenitates academicae sowie in seinen medizinischen Schriften, die Keime für alle biologischen Wissenschaften ausgestreut hat, und daß er diese gewaltige Denk- und Beobachtungsarbeit harmonisch vereinte mit Religion und Kunst, macht ihn in der Geschichte der organischen Naturwissenschaft zur größten Erscheinung seit ARISTOTELES und zugleich zur letzten von solcher Weltwirkung." P. STARK, Frankfurt a. M.

NUERNBERGK, E., **Untersuchungen über die Lichtverteilung in Avena-Koleoptilen und anderen phototropisch reizbaren Pflanzenorganen bei einseitiger Beleuchtung.** Ein Beitrag zur Kritik der Beweisführung der BLAAUWschen Theorie. (Botanische Abhandlungen, herausgeg. von K. GOEBEL, H. 12.) Jena: Gustav Fischer 1927. 162 S., 5 Abb. im Text, 3 Tafeln und 9 Kurvenbeilagen. 16 × 24 cm. Preis RM 19.—.

Zur Prüfung der BLAAUWschen Theorie muß man 3 Größen kennen:

a) den Lichtabfall im Organ,

b) die Lichtwachstumsreaktionen, die das ganze Organ bei allseitiger Einwirkung der sich daraus ergebenden Lichtmengen durchmacht, und

c) die Krümmungsreaktion bei einseitiger Einwirkung der größeren der beiden Lichtmengen.

Während nun Lichtkrümmung und Lichtwachstumsreaktion bereits unter den verschiedensten Bedingungen untersucht worden sind, fehlte es bisher an einigermaßen verläßlichen Angaben über die Lichtverteilung in den einseitig beleuchteten Versuchspflanzen. Die Lücke will die vorliegende Arbeit ausfüllen. Der Verf. bedient sich einer vorbildlichen Versuchstechnik: Die einseitig belichteten Objekte werden (nach Anbringung einer geeigneten Querschnittsfläche) von oben her vergrößert photographiert. Die Platte wird dann mit einem selbstregistrierenden lichtelektrischen Photometer ausgemessen. So wurden sehr bemerkenswerte Resultate erhalten: die Lichtabsorption der Haferkoleoptile ist wesentlich geringer, als bisher stets angenommen wurde. Am größten ist der Lichtabfall in den basalen, vom Primärblatt erfüllten Regionen bei Belichtung der Schmalseite des elliptischen Querschnittes: 13,3/1; bei Belichtung der Breitseite nur mehr 8,9/1. Apikalere Zonen absorbieren schon wesentlich weniger, vor allem, wenn sie frei vom Primärblatt sind: 1,6—4,1/1. In der äußersten Spitze kommt es infolge der Linsenwirkung des durchscheinenden Gewebes sogar zu einer schwachen Lichtkonzentration in der Schattenhälfte. Diese Erscheinung ist von größter Bedeutung für die BLAAUWsche Theorie, denn nach den neueren Untersuchungen scheint gerade die äußerste Spitzenregion dank ihrer überwiegenden Lichtempfindlichkeit das eigentliche Perzeptionsorgan zu sein. Falls der Verf. mit diesem wichtigen Befund recht hat, verlieren jedenfalls alle bisherigen Untersuchungen an Avena erheblich an Wert, insoweit sie eine Kritik der BLAAUWschen Theorie anstreben.

Weniger Schwierigkeiten bereiten die Befunde an den übrigen Objekten. Linsenwirkung und daher Lichtkonzentration wurde auch bei den Wurzelspitzen von Sinapis festgestellt, eine Bestätigung der BLAAUWschen Angaben über dieses Organ. Die Lichtverteilung im Hypokotyl von Helianthus entspricht selbst quantitativ den Voraussetzungen BLAAUWS. Verf. ermittelte einen Abfall von 4,6/1, BLAAUW rechnete mit dem Wert 4/1. Auch die Befunde an Setaria fügen sich in den Rahmen der Theorie ein. Der Lichtabfall in der Koleoptile ist verhältnismäßig groß (bis 3,6/1), im

Mesokotyl aber nur gering: 1,4/1. Darum genügt bei einseitiger Belichtung des Mesokotyls allein die geringe Differenz der Lichtwachstumsreaktionen an den beiden Flanken nicht, um eine Krümmung hervorzurufen. Auch die Frage der Reizleitung wird kurz gestreift. Eine rein optische Übertragung von Helligkeitsunterschieden aus der Koleoptile ins Mesokotyl ist nach den Ermittelungen des Verf.s recht unwahrscheinlich. Es dürfte sich weit eher um eine Weiterleitung photochemischer Differenzen der beiden Koleoptilflanken handeln. Zum Schluß behandelt der Verf. noch theoretisch die Lichtverteilung im Sporangienträger von Phycomyces. Dieses Organ gleicht in seiner Optik einer Zylinderlinse und bewirkt als solche Lichtkonzentration an der Schattenflanke. Trotzdem soll die Gesamthelligkeit in der Schattenhälfte des Trägers geringer sein als in seiner Lichthälfte, ein Befund, der der Blaauwschen Theorie einige Schwierigkeiten bereitet!

Die außerordentlich sorgfältige und kritische Untersuchung ist ein wertvolles Hilfsmittel für alle, die am Problem des Phototropismus arbeiten. Als einzigen Mangel möchte der Ref. die allzu häufige Aufnahme zweifelhafter, vom Verf. selbst mit Fragezeichen versehener Werte beanstanden, die die Übersicht etwas erschweren. L. Brauner, Jena.

DÖPP, WALTER, **Untersuchungen über die Entwicklung von Prothallien einheimischer Polypodiaceen.** Pflanzenforschung, herausgegeben von R. Kolkwitz, Heft 8. Jena: G. Fischer 1927. 58 S., 8 Abb. und 23 Tafeln. Preis RM 9.—.

Die sehr peinlich durchgeführte Arbeit ist eine Dissertation aus dem Laboratorium P. Claussens. Das wesentlichste Ergebnis der Untersuchungen für die Entwicklungsmechanik der Pflanzen ist die Antwort auf die Frage nach dem Schicksal der von der Scheitelzelle abgegliederten Segmente und der Scheitelzelle selbst im weiteren Verlaufe der Entwicklung des Polypodiaceen-Prothalliums aus dem wenigzelligen Fadenstadium bis zu dem bekannten herzförmigen Thallus. Man wußte ja bereits, daß das Wachstum eines Prothalliums anfangs mittels einer zweiseitigen Scheitelzelle und später mittels einer Scheitelkante erfolgt. Die zeitlichen und räumlichen Verhältnisse dieses Entwicklungsganges jedoch sind erst jetzt bis in alle Einzelheiten und bis auf den Anteil jeder einzelnen Zelle festgelegt worden. Durch den mikroskopischen Verfolg der Entwicklung eines und desselben Prothalliums während längerer Zeit ließen sich die Bahnen bestimmen, welche die Randpunkte der Prothalliumfläche beschreiben und damit gelang es, die Mechanik der Flächenentwicklung festzustellen. Die Entstehung des mehrschichtigen Gewebekörpers im mittleren Teile des Prothalliums wird in entsprechender Weise untersucht. Diese Ergebnisse sind vor allem an Onoclea struthopteris gewonnen, daneben auch an einigen anderen Polypodiaceen. Neben diesen Untersuchungen werden noch zahlreiche Beobachtungen zur Keimungsphysiologie und über die Geschlechtsverhältnisse der Prothallien gewonnen, welche zur Bestätigung früherer Angaben und zu ihrer Erweiterung führen.

A. Th. Czaja, Berlin-Dahlem.

BERGER, ALWIN, **Die Entwicklungslinien der Kakteen.** Jena: Gustav Fischer 1926. IV, 105 S., 71 Abb. und 16 Schemata. 17×25 cm. Preis geh. RM 6.—, geb. RM 7.50.

A. Berger versucht in diesem Buche die stammesgeschichtliche Entwicklung der formenreichen Familie der Cactaceae zu verfolgen unter Anlehnung an die vierbändige Monographie von Britton und Rose. Er betrachtet die Cactaceae, wie das schon ältere Autoren getan haben, als Verwandte der Aizoaceae (besonders Mesembrianthemum und Tetragonia) und der Portulacaceae und nimmt an, daß die Cactaceae aus der gemeinsamen Heimat zunächst nach Südamerika gelangt sind und sich von da über fast den ganzen amerikanischen Kontinent einschließlich Westindien verbreitet haben. Die reiche Mannigfaltigkeit, die sie heute zeigen, sollen sie aber erst in ihrer jetzigen Heimat erworben haben.

Die Urahnen der Cactaceae sind durchaus unbekannt, weil Überreste von ihnen in den älteren geologischen Schichten noch nicht gefunden worden sind. Zweifellos am nächsten steht ihnen aber noch die verhältnismäßig kleine Unterfamilie der Peireskioideae mit den beiden Gattungen Peireskia und Maihuenia. Es sind das Sträucher oder Bäume mit ausgebildeten Laubblättern, nur schwach succulenten Zweigen und blattartigen Keimblättern; der Fruchtknoten ist noch sehr einfach, zeigt aber schon eine unverkennbare Neigung zur Weiterbildung; denn während bei einigen Arten die Samenanlagen noch am Fuße der Placenta in einer kleinen Höhle an der Basis des Griffels sitzen, befinden sie sich bei den anderen, offenbar jüngeren Arten in einer echten Samenhöhle an wandständigen Placenten im Innern eines zum Fruchtknoten gewordenen Sproßendes wie bei allen übrigen Cactaceae. Von diesen jüngeren Arten, die als Rhodocacteae bezeichnet werden, haben sich frühzeitig die beiden anderen Unterfamilien, die Opuntioideae und Cereoideae, abgespalten. Berger hat also die Dreiteilung, wie wir sie unter anderen bei Schumann finden, noch beibehalten.

Bei den Opuntioideae sind die Stämme bereits succulent und teilweise abgeflacht, die Blätter stark rückgebildet, der Fruchtknoten besitzt noch die Fähigkeit, aus den oberen Areolen neue Blüten zu erzeugen oder nach dem Abfallen auf der Erde Wurzeln zu treiben und zu einer neuen Pflanze auszuwachsen; die Keimblätter sind groß und blattartig, die Blüten radförmig, aber die Samen zeigen einen eigenartigen Bau und in den oberen Teilen der Areolen finden sich Glochiden, mit Widerhaken versehene dünne, stachelartige Gebilde. Die Opuntioideae umfassen 10 Gattungen.

Die Cereoideae haben die Blätter fast oder ganz verloren, die Keimblätter sind klein, das Hypokotyl ist dick, der Fruchtknoten besitzt eine völlig entwickelte Samenhöhle, die Samenträger sind oft miteinander mehr oder weniger verwachsen; alle Teile, Körper wie Blüten, sind in der mannigfaltigsten Weise differenziert. Berger leitet die Untergattung von vier Urarten bzw. Gruppen von solchen ab, von denen die eine die Rhipsalideae, die zweite die Epiphylleae, die dritte die Hylocereae und die vierte die Cereae, Echinocacteae und Mamillarieae erzeugt haben. Durch weitere Spaltung dieser Äste entsteht schließlich ein reich gegliederter Stammbaum, dessen letzte Verzweigungen nicht weniger als 129 Gattungen bilden. Sie sind alle unter Angabe ihrer wichtigsten Merkmale beschrieben und am Schluß zu einer systematischen Übersicht unter Nennung einer Leitart zusammengestellt. Ihre verwandtschaftlichen Beziehungen werden durch 16 Schemata erläutert. Der Text ist außerdem durch 71 Abbildungen von Sämlingen, Blüten und ganzen Pflanzen in wertvoller Weise ergänzt.

F. Vaupel, Berlin-Dahlem.

HEINRICHER, EMIL, **Selektionsversuche mit atavistischer Iris 1880—1927.** Jena: Gustav Fischer 1928. VI, 148 S., 21 Abb. im Text und 7 Tafeln. 16×24 cm. Preis RM 15.—.

Zusammenfassende Arbeiten, die eine Reihe zusammengehöriger Erscheinungen nach allen uns heute

zugänglichen Gesichtspunkten behandeln, sind in der pflanzenteratologischen Literatur selten. Die vorliegende Schrift berichtet über eine Gruppe von teratologischen Befunden, deren Erforschung den Verf. von seinen Studentenjahren an durch ein arbeitsreiches Forscherleben dauernd begleitet hat.

Vor fünfzig Jahren beobachtete Verf. im botanischen Garten zu Graz einen Stock von Iris pallida, in dessen Blüten der von der Theorie geforderte innere Staminalkreis zu auffallend weitgehender Ausbildung gekommen war. Die den Nachkommen jener Pflanze gewidmeten Untersuchungen machen den Leser des Buches mit einer Fülle teratologischer Befunde bekannt. Seinen besonderen Wert bringt dem Werke die eindringende Behandlung allgemeiner morphologischer, entwicklungsmechanischer und genetischer Fragen.

Das atavistische Merkmal, als welches das Auftreten des inneren Staminalkreises aufzufassen ist, ließ sich, wie Verf. zeigt, durch Selektion derart steigern, daß bei manchen Individuen 100% der Blüten den fraglichen Staminalkreis aufwiesen; sehr viele Blüten zeigten in ihm sogar vollkommen entwickelte Staubgefäße. Eine Wirkung der Selektion sieht Verf. darin, daß in den ersten Generationen erst nach dem Erstarken der Pflanzen das atavistische Merkmal besonders deutlich wird, in späteren Generationen schon an den ersten Blüten erscheint. Noch andere Merkmale machen sich an den Blüten der vom Verf. kultivierten Pflanzen bemerkbar, die ebenfalls als wiedererstarkte ererbte Anlagen der Vorfahren zu deuten sind: die Vermehrung der Gliederzahl in den Staminal- und Perianthkreisen sowie die Aufteilung des adossierten Vorblattes in zwei selbständige Blätter. Sehr fesselnd sind das dem Dédoublement gewidmete Kapitel, die Mitteilungen über gleichartige und ungleichartige Ausbildung der Organspalthälften, über die ungleiche Häufigkeit, mit welcher sich die Organe verschiedener Blütenkreise verdoppeln, und die Diskussion des hypothetischen Diagramms, das Verf. für die Vorfahren der Irisarten wahrscheinlich macht: es weist einen großen Reichtum an Perianth- und Staubblättern auf und ähnelt dem empirischen Diagramm der rezenten Velloziaarten. Die Annahme, daß die Stelle des adossierten Vorblattes ursprünglich zwei selbständige Blätter einnahmen, hilft das Auftreten von Doppelblüten oder Synanthien erklären: die meisten von ihnen kommen dadurch zustande, daß beide zum adossierten Vorblatt verwachsenen Blätter je eine Achselknospe erzeugen.

Alle als atavistisch gedeuteten Erscheinungen sind vererbbar. Nicht vererbbar sind die zygomorphe Ausbildung der Blüten, die von ihr sich herleitende Pseudodimerie, das Schwinden des inneren Petalenkreises, das zur Produktion von dreikreisigen, aus superponierten Wirteln gebildeten Blüten führt, schließlich die Tetramerie.

Von den entwicklungsmechanischen Betrachtungen des Verf. erwähne ich die der Zygomorphie der Irisblüten gewidmeten (ihre Ausbildung bringt Verf. mit geotropischen Wirkungen in Zusammenhang), und die Betrachtungen über die Vertretung des inneren Staminalkreises durch verkehrt gestellte Griffellappen; es scheint, daß die Ausbildung von Staubblättern höhere Ansprüche an die Ernährung stellt, als die von Fruchtblättern. Schließlich sei noch auf die Beziehungen der Blütengestalt zur Blütezeit hingewiesen: pseudodimere Blüten fand Verf. fast ausschließlich als letzte Blüten der Inflorescenzen; vielleicht sind solche Befunde im Sinne der Lehre Sperlichs von der phyletischen Potenz zu deuten.

Das Buch bedeutet einen wahren Markstein auf dem Entwicklungswege der pathologischen Pflanzenmorphologie.

E. Küster, Gießen.

SCHÜRHOFF, P. N., **Die Cytologie der Blütenpflanzen.** Stuttgart: F. Enke 1926. XI, 792 S. und 282 Fig. 16 × 25 cm. Preis geh. RM 54.—, geb. RM 57.—.

Auf nahezu 800 Seiten versucht Schürhoff die Cytologie der Blütenpflanzen darzustellen. Dieser Versuch ist bei dem enormen Umfang, welchen die cytologische Literatur angenommen hat — das Literaturverzeichnis umfaßt allein 61 Seiten — und noch mehr bei der oft schwierigen Zugänglichkeit zweifellos ein sehr verdienstvolles und mit vielem Fleiß durchgeführtes Unternehmen.

Das Werk gliedert sich in die allgemeine und spezielle Cytologie. Der allgemeine Teil behandelt im ersten Hauptteil die Karyologie in 7 Kapiteln: Bau des Ruhekerns, die Mitose oder typische Kernteilung, die allotypischen Teilungen, die Amitose und Kernfragmentation, mehrkernige Zellen und Kernverschmelzungen, die Physiologie des Kerns, die biologische Analyse und Synthese des Kerns.

Besonderen Nachdruck legt der Verf. auf die Erörterung der Entwicklung der Haploidgeneration, insbesondere nach ihrer Verwendbarkeit für die Systematik im zweiten Hauptteil. Systematisch werden hier von den Gymnospermen und den Angiospermen die bekanntgewordenen cytologischen Verhältnisse dargestellt. Bei den einzelnen Gruppen wird eine Zusammenfassung der jeweils vorliegenden Entwicklungstendenzen gegeben. Neu ist das vom Verf. gegebene Schema der Embryosackentwicklung der Angiospermen in Parallele mit der Prothalliumentwicklung der Kryptogamen. Dem ursprünglichen Typ der cellularen Prothalliumentwicklung wird der nucleare gegenübergestellt, wie ihn z. B. die Cycadeen und Coniferen aufweisen. Zwischen den zahlreichen Kernen des Prothalliums treten später Phragmoplasten auf, aus denen Zellwände hervorgehen. Bei dem dritten und am weitesten fortgeschrittenen Typ endlich unterbleibt die Phragmoplastenbildung, so daß sich das Stadium der freien Kerne erhält. Erst später werden die einzelnen Kerne durch Wände gegeneinander angegrenzt. In einem Schlußabschnitt versucht Schürhoff die Bedeutung der Cytologie für die Systematik darzulegen.

Der spezielle Teil des Werkes behandelt systematisch die cytologischen Details der sämtlichen Familien der Gymnospermen und Angiospermen.

Eine besondere Eigentümlichkeit des Buches besteht in der fast rein referierenden Darstellungsweise. Dadurch wird der Text ungewöhnlich breit und läßt die kritisch-sichtende Durcharbeitung des Verf. vermissen.

A. Th. Czaja, Berlin-Dahlem.

HEGI, G., **Illustrierte Flora von Mitteleuropa** Bd. V,4 (Liefg. 107—109, 110—113). München: J. F. Lehmann's Verlag. Preis geh. RM 19.—, geb. RM 22.—.

Wieder liegt ein Band der unübertrefflichen Flora von Mitteleuropa, der elfte des ganzen Werkes, abgeschlossen vor. Er enthält die *Labiatae* (Lippenblütler) bearbeitet von H. Gams (1926/27) und die *Solanaceae* (Nachtschattengewächse), bearbeitet von H. Marzell mit Beiträgen von G. Bitter († 30. Juli 1927) und G. Hegi. Die mannigfachen morphologischen, anatomischen und biologischen Verhältnisse der Labiaten rechtfertigen eine eingehendere allgemeine Darstellung, wie sie, unterstützt von zahlreichen Abbildungen, gegeben wird. Die systematische Gliederung der umfangreichen, aber wegen der Einförmigkeit der meisten Organe recht schwierigen Familie wird nach Briquets Bearbeitung in Engler-Prantls Natürlichen Pflanzenfamilien IV, 3a

und Fragmenta Monographiae Labiatarum gegeben. Die Labiaten spielen wegen ihres hohen Gehaltes an Ölen, die teils als aromatische Alkohole (Menthol, Terpentinöl u. a.), Phenole, (Thymol u. a.), Terpene (Pinen, Ocimen u. a.), Ketone (Pulegon, Campher u. a.), Aldehyde (Citral und Citronellal), Kohlenwasserstoffe usw. auftreten, eine sehr große Rolle in der Heilkunde, Volksmedizin, Drogerie, Parfümerie. Auch viele Haus- und Küchenkräuter gehören dieser Familie an, ebenso zahlreiche Zier- und Gewächshauspflanzen. Die Bearbeitung wird daher in gleicher Weise dem Mediziner, wie Pharmazeuten und systematischen Botaniker, sowie dem Physiologen, Anatomen, wie auch dem Gärtner und besonders der Lehrerschaft eine unerschöpfliche Fundgrube sein, zumal nicht nur der im Gebiete heimischen, sondern auch der bei uns vielfach kultivierten Arten gedacht ist. Aus dem systematischen Teile sei besonders hingewiesen auf die Bearbeitung von *Satureja*, die nach BRIQUET in weiterem Sinne gefaßt ist, als meist in den Lokalflorenwerken, auf die Bearbeitungen *Thymus*, der LYKAS Arbeiten zugrunde liegen, von *Mentha*, *Stachys*, *Lamium*, *Galeopsis*, *Salvia* u. a. Kaum minder wichtig ist die Familie der Solanaceen, deren Arten manche anatomisch bemerkenswerten Eigenschaften zeigen (bikollaterale Gefäßbündel u. a.) und in chemischer Hinsicht durch den Gehalt an verschiedenen, meist sehr stark giftigen Alkaloiden (Hyoscyamin, Atropin, Scopolamin, Solanin, Nicotin u. a.) ausgezeichnet und als Heilpflanzen von großer Bedeutung sind. Besonders hingewiesen sei hier auf die sehr eingehende und lesenswerte Darstellung von *Mandragora*, des Alrauns, dessen Sage und Geschichte. Dem Mediziner und Pharmazeuten wird die Bearbeitung der Gattungen *Capsicum*, *Atropa*, *Scopolia*, *Hyoscyamus*, *Solanum* (nach G. BITTER), *Datura*, *Nicotiana* sehr willkommen sein. Von allgemeinem Interesse sind die Ausführungen über Tomaten, Kartoffeln, Tabak, deren Einführung, Kultur und Geschichte eingehend dargestellt sind. Daß die Zusammenstellung und Bearbeitung der volkstümlichen Pflanzennamen bei diesen beiden wichtigen Familien besonders erwünscht und willkommen ist, sei hervorgehoben. Band V, 4 übertrifft fast an Reichhaltigkeit seine zahlreichen Vorgänger; weiteste Kreise werden aus dem reichen Inhalte Belehrung und Rat holen. Die Ausstattung ist die gleiche reiche und gediegene wie bisher; der Preis in Anbetracht des Gebotenen sehr niedrig und wird nach Abschluß des ganzen Werkes, der für dieses Jahr zu erwarten ist, stark erhöht werden. Daher bietet sich jetzt vor Beginn des Erscheinens des Bandes VI, 2 eine letzte Gelegenheit, das Werk zu dem stark ermäßigten Lieferungspreise zu beziehen.

E. ULBRICH, Berlin-Dahlem.

MÖNKEMEYER, W., **Die Laubmoose Europas.** (L. RABENHORSTS Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, IV. Band, Ergänzungsband.) Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1927. X, 960 S. und 226 Sammelabbildungen. 16×24 cm. Preis RM 72.—.

Um dieses Werk zutreffend beurteilen zu können, muß man auf die letzten großen Publikationen gleicher Art zurückgreifen, hauptsächlich auf den von K. G. LIMPRICHT bearbeiteten Band des gleichen Werkes. Diesem Bande drückt die von LIMPRICHT mit Nachdruck eingeführte anatomische Methode den Stempel auf. Sein Verdienst wird nicht geschmälert durch die später folgende Erkenntnis, daß auch die anatomischen Merkmale variabel sind und daher für sich allein zur Unterscheidung von Arten nicht ausreichen. Die Mängel seines Werkes liegen hauptsächlich in der allzu konservativen Beibehaltung veralteter Anordnungen, in der allzu geringen Berücksichtigung der Abhängigkeit der Moose und ihrer Formen von ihrer Umwelt, in der zu geringen Zahl der zudem nicht immer zuverlässigen Abbildungen, vor allen Dingen aber in den mangelhaften und infolge ungenügender Redaktion zum Teil geradezu irreführenden Tabellen. Zum Bestimmen sind sie zu einem großen Teile unbrauchbar.

Mit seinem Ergänzungsband hat Verf. offensichtlich in erster Linie ein brauchbares Bestimmungsbuch schaffen wollen. Was auch der Bryologe von Fach an ihm zu bemängeln haben sollte, das tritt zurück gegenüber der Feststellung, daß der Verf. sein Ziel erreicht hat. Soweit die Schwierigkeiten, die die Moose eines ganzen Erdteils ihrer Bestimmung entgegensetzen, auf diesem Wege überhaupt zu überwinden waren, also auf Grund vieljähriger eigener Erfahrung und mit Unterstützung durch zahlreiche Zeichnungen, sind sie hier in den Bestimmungstabellen überwunden worden. Schon beim Durchblättern der Zeichnungen wird der Anfänger die Stelle finden, wo er den Hebel seiner Bestimmungsversuche ansetzen muß. Und in vielen Fällen, die mit der Fülle seiner Erfahrung zunehmen, wird er ans Ziel kommen. Verf. hat seiner Bearbeitung das System MAX FLEISCHERS zugrunde gelegt, mit einigen Abänderungen. Eine fünfunddreißig Jahre umfassende Beschäftigung mit den Moosen gibt ihm das Recht zu eigenen Auffassungen. Auch in den einleitenden Kapiteln und in Anmerkungen zu den Arten tritt die persönliche Note hervor. Die Beschreibungen und die Verbreitungsangaben sind knapp gehalten. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß es sich um einen Ergänzungsband zu LIMPRICHTS Werk handelt, und ferner, daß praktische Erwägungen die Behandlung der europäischen Laubmoose in *einem* Bande erstrebenswert erscheinen ließen. Das war, da der Zweck des Bestimmens hier die Hauptsache war, ohne Beschränkungen auf anderen Gebieten nicht zu erreichen. Somit ist das Werk sowohl dem Anfänger, als bestes existierendes Bestimmungsbuch, wie auch dem Fortgeschrittenen, diesem als handliches Kompendium, zu empfehlen.

L. LOESKE, Berlin-Wilmersdorf.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 16. März 1928 sprach Dr. E. WERDERMANN, Berlin-Dahlem, über **Vegetationsbilder aus den Anden Chiles.** Der Vortragende weilte von 1923—1927 zu floristischen und pflanzengeographischen Studien in Chile und bereiste in dieser Zeit fast sämtliche Teile des Landes, mit Ausnahme des äußersten Südens. Er schildert in seinem Vortrag auf Grund eigener Anschauung und Beobachtung die Vegetationsverhältnisse des von ihm besuchten, langgestreckten und reich gegliederten Gebietes, das sich entsprechend seinen klimatischen und geologischen Bedingungen in drei Florenbezirke zerlegen läßt, die besonders in ihren letzten Ausläufern, in der tropischen Atacamawüste im Norden und den subantarktischen Laubwäldern im Süden, schärfste Gegensätze aufweisen.

Der nördlichste der drei Bezirke reicht etwa von Tacna bis Coquimbo, d. h. von 18°—30° südl. Breite, und ist durch fast völlige Niederschlagslosigkeit ausgezeichnet. Soweit überhaupt meteorologische Messungen vorliegen, ergeben sie für viele Teile dieses Gebietes eine jährliche Regenmenge von nur wenigen Millimetern, wobei noch zu beachten ist, daß es sich da-

bei nur um Durchschnittszahlen für eine ganze Reihe von Jahren handelt. In Wirklichkeit kommt es aber nicht selten vor, daß ein ganzes Jahr hindurch oder noch länger überhaupt kein Regen fällt, bis dann erst später mal wieder ein Ausgleich stattfindet. Die Trockenheit ist am größten im Norden, nach Süden zu nimmt sie allmählich ab, doch sind auch hier die jährlichen Niederschläge immer noch sehr gering. Abweichende Verhältnisse finden sich nur in den Hochanden, die ihre eigenen Klimabedingungen haben. Gemildert wird der große Wassermangel bisweilen durch Nebel, die zumal in den Küstengegenden, und zwar besonders im Winter und Frühjahr, auftreten und nicht selten so dicht sind, daß ein förmlicher Sprühregen herniederfällt und den Boden wenigstens in den obersten Schichten durchnäßt. Hier findet sich denn auch eine etwas reichere Flora, und manche Gewächse lassen an Stengeln und Blättern deutliche Einrichtungen erkennen, die dazu bestimmt sind, die Luftfeuchtigkeit aufzunehmen, während ihre Wurzeln stark reduziert erscheinen; sonst ist der Pflanzenwuchs ungemein dürftig, und weite Strecken sind vollkommen vegetationslos; die wenigen Arten, die sich an die große Dürre angepaßt haben, gehören hauptsächlich den Familien der Cactaceen, Bromeliaceen, Nolanaceen, Malvaceen und Loasaceen an. Nur bei reichlichen Regenfällen, wie sie alle paar Jahre einmal vorkommen, tritt dichter Pflanzenwuchs auf, und dann entwickelt sich in Niederungen und Schluchten das eigenartige Bild der „blühenden Wüste", das allerdings meist bald wieder verschwindet.

An die nördliche Wüstenzone schließt sich das Gebiet der periodischen Winterregen an, das von Coquimbo bis Concepcion, also etwa vom 30°—37° südl. Breite reicht. Auch hier nehmen die jährlichen Niederschläge, die in Coquimbo nur etwa 39 mm betragen, nach Süden erheblich zu und belaufen sich in Concepcion bereits auf etwa 1350 mm. Die Folge davon ist ein wesentlich dichterer Pflanzenwuchs. Es kommt vielfach zur Bildung einer geschlossenen Vegetationsdecke und kleinerer Gehölze. In den letzteren überwiegen immergrüne, hartlaubige Arten, wie Peumus boldus, Vertreter von Kageneckia, Lythraea, Adesmia u. a. Im Süden treten auch bereits sommergrüne Laubwälder auf, hauptsächlich aus Nothofagus bestehend. Die Hochkordillere zeigt in dieser Zone ebenfalls abweichende Verhältnisse. In ihr herrscht im Vergleich zu unseren Hochgebirgen noch immer große Trockenheit. Die Folge davon ist das Fehlen von Wiesen und Matten, wie wir sie aus europäischen Hochgebirgen gewohnt sind; die vorherrschende Pflanzenformation ist die Geröllflur mit nur lockerem, weite Flächen unbedeckt lassenden Pflanzenwuchs. Das hier vom Vortragenden näher geschilderte Gebiet gehört hauptsächlich der Hochkordillere von Santiago und Curicó an; die durch ihre Thermalbäder ausgezeichnete Hochkordillere von Chillan, die der Vortragende ebenfalls näher beschreibt, bildet dann bereits einen Übergang zu dem dritten Florenbezirk. Dieser dritte Florenbezirk endlich umfaßt den Süden des Landes und reicht von Concepcion bis Patagonien, d. h. vom 37°—45° südl. Breite. Hier fallen während des ganzen Jahres reichliche, im Durchschnitt über 2 m betragende Regen, die eine dichte Vegetation ermöglichen. Die vorherrschende Vegetationsform ist der Wald, hauptsächlich bestehend aus Arten von Nothofagus, Weinmannia, Eucryphia u. a. Dazwischen wachsen, durch die hohe Feuchtigkeit begünstigt, zahlreiche Schlingpflanzen, Lianen, Epiphyten usw. In den Gebirgen treten Nadelwälder auf, hauptsächlich aus Araucaria imbricata gebildet, deren mächtige Stämme bis an die oberste Baumgrenze emporsteigen, ohne dabei an Stattlichkeit des Wuchses einzubüßen. Daneben kommen auch Misch- und Laubwälder vor, letztere besonders aus Nothofagus-Arten bestehend.

Der Vortrag wurde durch eine große Anzahl farbiger Lichtbilder erläutert, die nicht mit der Hand koloriert, sondern auf Agfa-Farbenplatten aufgenommen waren und infolgedessen die natürlichen Farbentöne in ganz ausgezeichneter Weise wiedergaben.

K. Krause, Berlin-Dahlem.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft
(Berliner Zweigverein).

In der Sitzung am 6. März behandelte Herr Prof. H. Maurer das Thema: **Schwankungen der Niederschläge.** Veranlaßt durch eine kürzlich erschienene Bearbeitung einer Weltkarte der extremen Regenschwankungen, die den Hellmannschen Schwankungsquotienten (q = größte Jahresmenge dividiert durch die kleinste) benutzt, wird einleitend an einigen Beispielen, die den Trockengebieten der Erde entnommen sind, gezeigt, daß der Schwankungsquotient als einheitliches Schwankungsmaß für die ganze Erde ungeeignet ist, da er auf die absoluten Mengen keine Rücksicht nimmt. Bereits 1911 hatte der Vortragende schon dargetan, daß es zweckmäßiger ist, den eben definierten Schwankungsquotienten durch einen Begriff zu ersetzen, der nicht nur die extremsten Jahre berücksichtigt, sondern das Verhältnis aus den feuchtesten und den trockensten Jahre zu bilden, wobei aber der Berechnung der Jahresmengen das wirkliche Regenjahr, sobald deutliche Trockenperioden vorhanden sind, zugrunde zu legen ist. Ferner wurde damals die Berechnung der Häufigkeiten von Jahresmengen aus bestimmten Intervallen vorgeschlagen, die mit der absoluten Menge wachsen. Da aber auch diesem Vorschlag noch bestimmte Mängel anhaften, ist er inzwischen strenger durchgearbeitet worden. Vor allem wurden die Regenintervalle nicht nach dem Gefühl bestimmt, sondern nach einem bestimmten Gesetz festgelegt. Die vorgeschlagenen Stufenzahlen (s), die jeder Regenmenge (r) zugeordnet werden und sie bei verschiedenen Mengen vergleichbar machen, ordnen sich nach einem Gesetz von der Form $r = a\,(b^s - 1)$, in dem a und b passend gewählte Konstanten sind. Es ist angebracht, sich nicht nur auf die ganzzahligen Stufen zu beschränken, sondern auch gebrochene Stufenzahlen zu verwenden, da so die Regenmenge genauer in dem Intervall festgelegt werden kann. Die Differenz der Stufenzahlen der extremen Jahre ist dann ein gutes Maß für die *extremen* Schwankungen der Regenmengen. Zweckmäßig erscheint es 4 Gruppen von Extremschwankungen zu unterscheiden nach den Grenzen: 0, 4, 5,5 und 7. Um ein *mittleres* Schwankungsmaß zu erhalten, müssen zunächst die Stufenzahlen der einzelnen Mengen der ganzen Reihe festgelegt werden und darauf die Summe der Quadrate der Abweichungen der Stufenzahlen von ihrem Mittel gebildet werden. Vergleichbarkeit verschieden langer Reihen wird durch Reduktion auf eine bestimmte Zahl von Jahren, z. B. 100, erzielt. Die Grenzen für geringfügige, mäßige, starke und übermäßige Durchschnittsschwankung werden bei den Werten 0, 75, 150 und 225 angesetzt. Kn.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Wie kann der präzise optische Apparat des Auges durch weiche Gewebe aufgebaut werden? (A. ROCHON-DUVIGNEAUD, Bull. et mém. de la soc. franç. d'opht. 39, 73—81. 1926.) Die beiden Hauptprinzipien der Natur beim Aufbau des optischen Augenapparates sind folgende: 1. Die Bildung eines cystischen Organs, welches in normaler Weise durch seinen Innendruck erweitert und in Spannung erhalten wird. 2. Die Entwicklung transparenter Häute an den Grenzflächen. Weil nun die verschiedenen brechenden Teile des Auges sich unter der Wirkung des Innendruckes ausgebildet haben, sind bei den Grenzflächen Kurven zustande gekommen, die nicht identisch sind mit den Kurven der Spiegel und Linsen, welche sonst in der Optik gebraucht werden. ROCHON-DUVIGNEAUD wirft die Frage auf, ob es richtig ist, wenn man die Fehler eines derartig gebauten Organs mit Linsen korrigiert, die nach ganz anderen Regeln gekrümmt sind. Er prophezeit, daß eine neue Art physiologischer Optik entstehen wird, wenn man darauf mehr Rücksicht nimmt. MAWAS begrüßt es in der Diskussion, daß ROCHON-DUVIGNEAUD in seinem Vortrag das Problem der dynamischen Morphologie des Auges aufgeworfen hat. Auch er mißt diesem eine große Bedeutung zu, um so mehr, als er früher eine Reihe von Versuchen angestellt hat, die sich mit der physikalischen Chemie bei der Entwicklung des Auges beschäftigen. Er hat dabei Resultate erhalten, welche auf einige Fragen R.-D.s schon Antwort geben können. Dazu folgendes: Die Transparenz entsteht durch Wasseraufnahme. Das Auge der Säugetiere nimmt bei der Entwicklung dauernd an Flüssigkeitsgehalt zu; dieser erreicht ein Maximum während der Geburt oder einige Zeit später. Es scheint so, als ob die Ionenkonzentration während der Embryonalzeit nicht die gleiche ist. Bei den Augen der Tiere, welche vor der Geburt von Gefäßen durchzogen sind, ist das Problem noch komplizierter. Es scheint M. logisch und wahrscheinlich, daß der Druck des Augeninnern immer mehr ansteigt, bis er schließlich den Druck der Glaskörpergefäße überwindet und diese dadurch ausschaltet. Ganz allgemein kann man sagen, daß die Transparenz von einem bestimmten Gleichgewicht der Kolloide des Auges und des Wassers bedingt ist, welches ungefähr bei $p_H = 7{,}5$ liegt. Die kugelige Bildung des Auges ist ganz allgemein eine Folge der zunehmenden Flüssigkeitsanreicherung. Schließlich wirkt sich diese nicht nur in der Bildung des Augapfels aus, sondern ihr Einfluß geht noch weiter. Man weiß, daß auch die benachbarten Gewebe und auch die Knochen der Orbita in ihrer Form durch die Größe des Augapfels beeinflußt werden. (Ber. üb. d. gesamt. Physiol. u. experim. Pharmakol. Bd. XLI, H. 3/4.) COMBERG.

Registrierungen des Tageslichts mit einer photoelektrischen Zelle. (L. R. KOLLER, General Electric Review 31, 85—86. Februar 1928.) — **Tageslichtmessungen mit dem Photometer** (Visual photometer). (FRANK BENFORD, Ebenda S. 87—88.) Seitdem ELSTER und GEITEL kurz vor dem großen Kriege die photoelektrischen Zellen zur Messung des natürlichen Sonnen- und Himmelslichts eingeführt haben, sind in Deutschland und neuerdings auch in Rußland eine ganze Reihe von Beobachtungen und Aufzeichnungen mit diesen Zellen erhalten worden; sei es von dem sichtbaren oder blauvioletten Licht mit der Natrium- und Kaliumzelle, sei es von dem ultravioletten Licht mit Hilfe der Zink-, und vor allem der Cadmiumzelle. Als erster hat DORNO in Davos die Tageshelligkeit mit einer Kaliumzelle registriert. Die ungeheuren Schwankungen, sowohl die regelmäßigen als insbesondere die unregelmäßigen, die beim natürlichen Tageslicht im Laufe des Jahres und Tages eintreten, Schwankungen, die sich auf alle Innenräume, z. B. von Schulen und Fabriken übertragen, haben seit L. WEBERS bahnbrechenden Untersuchungen stets auch das Interesse der Techniker erregt.

Die in dem General Electric Review veröffentlichten kurzen Mitteilungen rühren von zwei Mitarbeitern der General Electric Company her. KOLLER teilt eine Meßvorrichtung mit, die sich dadurch von den bisher üblichen unterscheidet, daß an Stelle der direkten galvanometrischen oder elektrometrischen Messung des durch das Licht in der Zelle ausgelösten Photostroms eine indirekte tritt. Der Photostrom wird durch eine kleine elektrolytische Zelle geleitet, wo er Wasserstoff erzeugt, dessen Menge ein Maß für die Stromstärke und damit für die Helligkeit gibt.

KOLLER bringt als Beispiele 4 typische Registrierkurven, die als Abscisse die Zeit in 10-Minutenintervallen, als Ordinate Zehntel-Milliampere haben. Als Beispiele sind gewählt ein Nebeltag, ein Tag mit wechselnder leichter Bewölkung vor der Sonne und ein Gewittertag; außerdem wird ein Julitag mit einem Dezembertag verglichen.

BENFORD bespricht Messungen, die er in einem 7stöckigen Fabrikgebäude angestellt hat. Wenn er dabei ein gewöhnliches Photometer mit Augenablesung benutzte, so brauchte er, selbst wenn man die Einzelmessung nur zu 2 Minuten rechnet, über 2 Stunden, um die Lichtverteilung in allen Räumen zu messen. Während dieser langen Zeit blieb natürlich das Tageslicht nie konstant; es konnte sich um das Dreifache und mehr ändern, wie Messungen an einem Platz, die BENFORD mitteilt, beweisen. Diese Schwankungen überschreiten unter Umständen in einer Minute 10%. BENFORD schlägt deshalb vor, statt mit einem gewöhnlichen Photometer zu messen, Registrierungen mit einer photoelektrischen Zelle vorzunehmen. Er teilt als Probe einige Werte mit, die ein Zelle alle 15 Sekunden aufgezeichnet hat.

Was für Zellen benutzt worden sind, wird von KOLLER und BENFORD nicht gesagt. Es ist das, wie aus den Beobachtungen in Davos und Potsdam bekannt ist, keineswegs belanglos. Auch die Filterfrage spielt dabei eine große Rolle. Will man Vergleichbarkeit mit den natürlichen Verhältnissen des Tageslichts haben, so muß man Zelle und Filter so wählen, daß annähernd dieselben Wellenlängen des Lichts auf die Meßvorrichtung wirken wie auf das menschliche Auge.

K. KÄHLER.

Der Internationale Geographenkongreß in Cambridge 1928. Die Geschäftsführung des für Juli 1928 in London und Cambridge geplanten Internationalen Geographenkongresses hat an die Reichs- und Länderregierungen, an die deutschen geographischen Gesellschaften, auch an den Zentralaustausch des Deutschen Geographentages Einladungen ergehen lassen. Dazu wurde gleichzeitig mitgeteilt, daß der Kongreß dem „Conseil de recherches" und der ihm angehörigen „Union géographique internationale" unterstellt wurde. Diese sind seinerzeit mit ausgesprochen deutschfeindlichen Tendenzen begründet worden und haben sich auch so betätigt; z. B. bei dem Internationalen Geographenkongreß in Kairo 1924, zu dem von Kairo her die Einladungen an deutsche Gelehrte ergangen waren, dann aber infolge jener Unterstellung wieder rückgängig gemacht wurden. Die deutsche

Wissenschaft hat sich bisher an keiner internationalen Versammlung beteiligt, welche dem Conseil de recherches und einer der von ihm abhängigen Union unterstellt wurde. Der Zentralausschuß des deutschen Geographentages schlug deshalb die folgende Resolution vor, die auf der 22. Tagung des Geographentages einstimmig angenommen wurde.

„Internationale Geographenkongresse sind seit ihrer Unterstellung unter die „Union géographique" und den „Conseil de recherches" nicht mehr selbständig und wissenschaftlich frei. Der deutsche Geographentag kann deshalb den deutschen Geographen die Teilnahme am Internationalen Geographenkongreß in London und Cambridge 1928 nicht empfehlen, ehe jene Unterstellung unter die „Union géographique" und den „Conseil de recherches" aufgehört hat"[1].

Auf diesen Beschluß bezieht sich offenbar eine offiziöse englische Erklärung, in welcher zu Vermeidung von Mißverständnissen hervorgehoben wird, daß der „International Research Council" seit Juni 1926 seine Statuten revidiert habe, und daß der Vorwurf, er sei eine parteiliche Körperschaft, nicht länger aufrecht erhalten werden könne. Bevor die Britische Regierung dem Kongreß ihre Unterstützung zusagte, verlangte sie die Zusicherung, daß auch die früher feindlichen Staaten eingeladen würden, in derselben Weise, wie alle übrigen Länder an dem Kongreß teilzunehmen. Alle Mitglieder des Kongresses, gleichgültig, ob ihre Länder der Union angehören oder nicht, haben die gleichen Rechte, und es soll in keiner Weise irgendein Unterschied gemacht werden. Mitteilungen und Reden sind in jeder Sprache zulässig. Das Exekutivkomitee wird sorgfältig darauf bedacht sein, daß dem Kongreß jener wirklich internationale und freundschaftliche Charakter gewahrt bleibt, der den Geographenkongressen der früheren Zeiten eigen war[2].

Der Kongreß wird voraussichtlich am 13. Juli in London beginnen, und es sind Empfänge beim Lord Mayor in Gegenwart des Prinzen von Wales, sowie im Hause der Royal Geographical Society vorgesehen. Am 18. Juli wird die offizielle Eröffnung in Cambridge durch den Vizekanzler der Universität stattfinden. Die Tagung, welche unter dem Präsidium des Generals Nicola Vacchelli stattfindet, soll bis zum 25. Juli dauern.

Als besondere Verhandlungsthemata sind u. a. in Aussicht genommen: Die Internationale Weltkarte im Maßstab 1 : 1000000, die Frage der ländlichen Siedelung, die pleistocänen und pliocänen Terrassen in Westeuropa und im Mittelmeergebiet, die Frage der Klimaänderungen, das Problem der abflußlosen Gebiete und eine Serie von regionalen Studien über Großbritannien. Ein Automobilausflug durch England und Wales wird den Kongreß beschließen. O. Baschin.

[1] Verhandlungen und Wissenschaftliche Abhandlungen des 22. Deutschen Geographentages zu Karlsruhe Breslau 1928. S. 26–27.

[2] The Geographical Journ., London, 71, 383–384. 1928.

Hohe Sonnenstrahlungsintensität im Frühjahr 1928. Erfahrungsgemäß bringt ja alljährlich das Frühjahr die höchsten Werte der Gesamtwärmeintensität der Sonne. Zwar haben die Sonnenstrahlen zu dieser Jahreszeit noch eine längere Luftschicht zu durchdringen als im Sommer, die hohe Ozonschicht ist durchschnittlich stärker[1] und die Atmosphäre enthält in der ersten Jahreshälfte auch mehr Luftplankton[1], sie ist aber zu Frühjahrsbeginn noch weitgehend winterlich trocken. Die bisherigen laufenden Messungen in Arosa in 1860 m Höhe hatten den maximalen Strahlungswert im Jahre 1923 mit dem Ergebnis, er erreiche 1,6 cal dem Quadratzentimeter in der Minute zugestrahlter Energie.

Das diesjährige Frühjahr bringt nun ganz besonders hohe Werte. Sie sind durch eine größere Anzahl Messungen nicht nur mit Michelson-Aktinometer, sondern direkt auch mit Abbots Silverdick auf etwa $\pm$ 1/2% verbürgt und unter Spalte J' der Tabelle gegeben. Letztere enthält nach der Beobachtungszeit zunächst die zugehörige Sonnenhöhe h, Dampfdruck e und relative Feuchtigkeit $r\,F$. Vor allem sind noch in Spalte J die theoretisch möglichen Strahlungswerte beigesetzt, wenn die Atmosphäre vollkommen wasserdampf- und dunstfrei wäre und nur die Luftmoleküle selbst schwächen würden, also für einen atmosphärischen Trübungsfaktor nach Linke vom Wert $T = 1{,}00$; als Solarkonstante sind dabei wie üblich einheitlich 1,932 cal pro min cm² zugrundegelegt, wie auch für die Berechnung der Trübungsfaktoren T.

Arosa	S. Z.	h	e	r. F.	J′	J	T
1928		Grad	mm	%	cal/min cm²		
Febr. 21.	11ʰ 01	30,8	(1.6)	31	1.59	1.64	1.17
	11ʰ 52	32,2	—	—	1.59	1.65	1.21
März 17.	12ʰ 04	41,9	(1.4)	30	1.61	1.68	1.28
März 18.	11ʰ 44	42,1	1.4	24	1.63	1.68	1.20
März 19.	12ʰ 03	42,6	2.0	32	1.59	1.68	1.37

1,63 cal waren bislang nur aus Höhen über 3000 m verbürgt. Die Lufttrübung war, zumal in Anbetracht der schon vorgeschrittenen Jahreszeit, sehr gering, die normalen T-Werte im März sind für Arosa 1,5, Davos 1,8, Potsdam 2,2, Frankfurt a. M. 3,5. Doch war auch mit 1,4 mm der entscheidende atmosphärische Wasserdampfgehalt sehr niedrig; beim Aroser Minimum des Trübungsfaktors $T = 1{,}13$, das auf den 15. Januar 1925, also mitten in den Hochwinter fiel, war in guter Übereinstimmung damit $e = 1{,}5$[1]. Auch wenn man die Werte $J - J'$ etwa für den Vormittag des 18. März auf den leeren Raum extrapoliert, ergibt sich zunächst kein Zwang, für die hohen Strahlungswerte einen anderen Grund als hohe atmosphärische Durchlässigkeit zu suchen.

Ob bei der starken Sonnentätigkeit doch ein höherer Wert der Solarkonstante mitspielt? Es dürfte jedenfalls interessant sein, die diesjährigen Frühjahrswerte aus anderen Orten und vor allem Abbots Werte der Solarkonstante abzuwarten. P. Götz.

[1] P. Götz, Das Strahlungsklima von Arosa. Berlin 1926.

Astronomische Mitteilungen.

Das Problem der Bewegungen im Sternsystem. Es ist schon ziemlich lange bekannt, daß die Verteilung der Sterngeschwindigkeiten keine regellose ist. Daher ist man bestrebt, die beobachteten Geschwindigkeiten gesetzmäßig darzustellen. Kapteyn machte die Annahme, daß das Sternsystem aus zwei sich gegenseitig durchsetzenden Sternströmen besteht, die sich in entgegengesetzten Richtungen bewegen. Innerhalb jedes Stromes sollten sich die einzelnen Sterne regellos bewegen. Nach dieser Zweistromhypothese wird eine bestimmte Bewegungsrichtung im Raume und die dazu entgegengesetzte von den Sternen bevorzugt, in Übereinstimmung mit den Beobachtungstatsachen. Die Richtung der bevorzugten Bewegung,

der sog. Vertex, ist gegeben durch die galaktische Länge 332° und die galaktische Breite 0°, liegt also in der Milchstraße, im Sternbild des Schützen. Die Bewegung der beiden Sternströme vollzieht sich demnach parallel zur Milchstraße. Dieser Theorie steht die von SCHWARZSCHILD gegenüber. SCHWARZSCHILD nimmt an, daß die Häufigkeit der Geschwindigkeiten von ihren Richtungen abhänge. Die größte Häufigkeit für eine bestimmte Geschwindigkeit tritt in der Richtung zum Vertex und in entgegengesetzter Richtung auf, während die kleinste Häufigkeit in den Richtungen senkrecht dazu auftritt. Trägt man von einem beliebigen Punkte aus, den wir den Ursprung des Geschwindigkeitsraumes nennen wollen, in jeder Richtung das Mittel der Geschwindigkeitskomponenten in dieser Richtung auf (genauer gesagt: die Wurzel aus dem mittleren Geschwindigkeitsquadrat), so bilden die Endpunkte dieser Vektoren ein Ellipsoid, das Geschwindigkeitsellipsoid, dessen größte Achse nach dem Vertex gerichtet ist. Die Hypothese von SCHWARZSCHILD trägt daher die Bezeichnung Ellipsoidtheorie. Beide Theorien vermögen bis zu einem gewissen Grade die Beobachtungen darzustellen. Indessen zeigt sich bei näherer Betrachtung, daß die Verteilung der Sterngeschwindigkeiten asymmetrisch ist und daher keiner der beiden Hypothesen genau entspricht. B. Boss und andere fanden, daß die Sterne von hoher Geschwindigkeit Bewegungen ausführen, deren Richtungen auf die galaktischen Längen zwischen 134° und 343° beschränkt sind. Ferner stellte sich heraus, daß auch die Geschwindigkeitsverteilung der Sterne von normalen Geschwindigkeiten Anzeichen von Asymmetrie aufweist.

Eine verbesserte Darstellung der Geschwindigkeitsverteilung gelang STRÖMBERG (9), (10) durch Einteilung der stellaren Objekte in verschiedene Gruppen, hauptsächlich nach dem Spektraltypus. Für jede Gruppe berechnet STRÖMBERG das Geschwindigkeitsellipsoid. Da die Geschwindigkeiten relativ zur Sonne gemessen sind, so ist die Sonnengeschwindigkeit gleich Null, so daß die Sonne im Ursprung abgebildet wird. Die kinematische Bedeutung eines Geschwindigkeitsellipsoides ist dabei folgende: Der Vektor, der vom Ursprung des Koordinatensystems ausgeht, und dessen Endpunkt der Mittelpunkt eines Geschwindigkeitsellipsoides ist, gibt die Geschwindigkeit der gesamten Gruppe relativ zur Sonne. Form und Größe des Ellipsoides bestimmen die Verteilung der Geschwindigkeiten innerhalb der Gruppe relativ zu ihrem geometrischen Schwerpunkt. Je größer die Achsen des Ellipsoides sind, um so größer ist die Streuung der Geschwindigkeiten innerhalb der Gruppe. Bei der rechnerischen Ausführung kam STRÖMBERG zu einem eigenartigen Resultat. Er fand nämlich, daß die Mittelpunkte der Ellipsoide nahezu auf einer geraden Linie, der Asymmetrieachse, liegen, welche durch die galaktische Länge 242° und die Breite − 9° festgelegt ist, also nahezu parallel zur Milchstraße verläuft, aber nicht genau durch den Ursprung geht. Und zwar folgen die Mittelpunkte auf dieser Linie in der Reihenfolge der Größe (Streuung) ihrer inneren Bewegung. Je größer also die Gesamtbewegung einer Gruppe relativ zur Sonne, um so größer auch die innere Streuung der Bewegung. Die Richtungen der größten Achsen der Ellipsoide (d. h. die Richtungen der bevorzugten Bewegungen) sind parallel und nach der galaktischen Länge 332°, Breite 0° gerichtet. Die Vertexrichtung und die Asymmetrieachse stehen also aufeinander senkrecht. Die Aufteilung der stellaren Objekte in einzelne Gruppen ist natürlich mehr oder minder willkürlich und die Darstellung der Geschwindigkeitsverteilung durch eine endliche Summe von ellipsoidischen Verteilungen nur ein Näherungsverfahren. In Wirklichkeit, so bemerkt STRÖMBERG, wird die Verteilung durch *eine* asymmetrische Funktion gegeben sein.

Diese Darstellung der Geschwindigkeitsverteilung ist zunächst bloß eine rein statistische. Wichtig ist nun, eine physikalische Deutung dafür zu finden. Zu einer solchen gelangte STRÖMBERG auf folgendem Wege: Die von ihm gefundene Funktion $F(x, y, z)\,dx\,dy\,dz$, welche die Anzahl der Sterne gibt, deren Geschwindigkeitskomponenten zwischen x und $x + dx$, y und $y + dy$, z und $z + dz$ liegen, konnte er in ein Produkt $F_1(x, y, z) \cdot F_2(x, y, z)$ zerlegen. Die Faktoren F_1 und F_2 kann man nun für sich betrachten und durch Geschwindigkeitsellipsoide veranschaulichen. F_1 entspricht einer Summe *konzentrischer* ellipsoidischer Verteilungen. Der gemeinsame Mittelpunkt relativ zur Sonne ist gegeben durch die Geschwindigkeit 14,8 km/sec in der Richtung der galaktischen Länge 194° und der Breite − 24°. F_2 entspricht ebenfalls einem Ellipsoid, dessen Mittelpunkt bestimmt ist durch die Geschwindigkeit relativ zur Sonne 300 km/sec, gerichtet nach der galaktischen Länge 240° und der Breite − 10° (nahezu Richtung der Asymmetrieachse). Die Mittelpunkte von F_1 und F_2 liegen auf der Asymmetrieachse. Der von F_1 repräsentiert die kleinste Gruppenbewegung (Streuung Null), der von F_2 die maximale Gruppenbewegung (Kugelhaufen). Die physikalische Interpretation, welche STRÖMBERG nun gibt, besagt, daß F_1 die Verteilung der inneren Bewegungen im engeren Sternsystem gibt, wie sie ohne äußere Einflüsse auftreten würde. F_2 dagegen ist eine Geschwindigkeitsbeziehung für das größere Weltsystem. Dem Mittelpunkt von F_2 ist die Geschwindigkeit Null zugeordnet in einem Koordinatensystem, in dem der Schwerpunkt der Kugelsternhaufen und vielleicht auch der der Spiralnebel sich in Ruhe befindet. Die Bewegungen der Sterne im engeren Sternsystem sind also nicht allein durch dessen Gravitationsfeld bedingt, sondern sie werden auch durch ein äußeres Feld beeinflußt, das von den Kugelhaufen und vielleicht auch von den Spiralnebeln herrührt.

Dieser Deutung von STRÖMBERG steht eine andere gegenüber, deren Urheber B. LINDBLAD (3) (4) ist. LINDBLAD nimmt eine allgemeine Rotationsbewegung des Sternsystems an um eine Achse, welche senkrecht auf der Milchstraßenebene steht. Die Rotation ist aber keine gleichmäßige, sondern das Sternsystem zerfällt in eine große Anzahl sich gegenseitig durchdringender Untersysteme von verschiedener Winkelgeschwindigkeit. Die Rotationsgeschwindigkeit soll abnehmen mit zunehmender innerer Geschwindigkeitsstreuung der Gruppen, wodurch die Asymmetrie der Geschwindigkeitsverteilung erklärt würde. Das System der Kugelhaufen, dessen innere Streuung ein Maximum ist, befindet sich annähernd in Ruhe, während unsere Gegend im Sternsystem mit der Geschwindigkeit 300 km/sec rotiert. Die Rotationsachse ist in der galaktischen Länge 330° zu suchen, nahe dem Konzentrationspunkt der Kugelhaufen (325°). In der Milchstraßenschicht kommen Sternwolken vor, die bei unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit nahe aneinander vorbeigehen können und dann sich gegenseitig stören. Diese Störung wirkt dahin, die Differenz der Winkelgeschwindigkeiten umzuwandeln in eine mehr unregelmäßige zweidimensionale Bewegung in der Milchstraßenebene. Die rechnerische Verfolgung dieser Verhältnisse führt zu einer ellipsoidischen Geschwindigkeitsverteilung, bei der die Bewegungsrichtung zum und vom Rotationszentrum bevorzugt wird. Das heißt also, daß der Ver-

tex ($\lambda = 332°$) zusammenfallen müßte mit der Richtung nach dem Rotationszentrum ($\lambda = 330°$), was auch hinreichend genau der Fall ist.

Die LINDBLADsche Erklärung hat J. H. OORT (5) (6) (7) in mehreren Arbeiten zu stützen versucht, hauptsächlich durch Untersuchung der Radialbewegungen und der Eigenbewegungen. Nach OORT befindet sich das Rotationszentrum in einer Entfernung von 6000 Parsecs von uns in der Richtung der galaktischen Länge 324°. Unter gewissen Annahmen kann OORT die nahe dem Zentrum vereinigte Masse, um welche die Rotation erfolgt zu $6 \cdot 10^{10}$ Sonnenmassen abschätzen. Wie aber A. PANNEKOEK (8) zeigt, geben weder die sichtbaren Sterne diese erforderliche anziehende Masse, noch kommt dunkle Materie dafür in Betracht. Ferner weist STRÖMBERG darauf hin, daß das Zentrum des galaktischen Systems höchstens in einer Entfernung von 1000—2000 Parsecs von uns liegt.

Um in das Wesen der Sternbewegungen näher einzudringen, ist es nötig, wie STRÖMBERG hervorhebt, möglichst homogene Sterngruppen auf ihre Geschwindigkeitsverteilung zu untersuchen. STRÖMBERG (11) hat daher die Geschwindigkeitsverteilung der Riesensterne vom Spektraltypus M erforscht. Als Material dienten die absoluten Größen, welche ADAMS, JOY und HUMASON in Mt. Wilson Contributions 319 veröffentlicht haben. Es sind das spektroskopische Bestimmungen von beinahe allen M-Sternen, die heller als die scheinbare Größe $6^m_{\cdot}0$ sind und nördlich der Deklination $-30°$ liegen. Die Radialbewegungen der benutzten Sterne wurden teils am Lick-, teils am Mt. Wilson-Observatorium bestimmt. Die Eigenbewegungen wurden dem Bossschen Preliminary General Catalogue entnommen. Mit Hilfe der bekannten Parallaxen und der Eigenbewegungen ließen sich die linearen Lateralbewegungen berechnen. Diese zusammen mit den Radialbewegungen ergaben die linearen Raumgeschwindigkeiten nach Richtung und Größe (in km/sec) für 278 Riesensterne des Spektraltypus M. Die Geschwindigkeiten wurden in rechtwinklige Komponenten zerlegt, und zwar ist die x-Achse auf einen Punkt von der galaktischen Länge 332° in der Milchstraße, also nach dem Vertex (Richtung der bevorzugten Bewegung) gerichtet. Die y-Achse ist parallel zur Asymmetrieachse. Die z-Achse steht nahezu senkrecht auf der Milchstraßenebene.

Die Untersuchung der statistischen Verteilung der x-Komponenten führt STRÖMBERG zu einer GAUSSschen Fehlerkurve, nach der diese Komponenten um den Mittelwert $c = -8.8$ km/sec mit einer Streuung $\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}\,h} = 27.6$ km/sec verteilt sind. Wichtig ist, daß die Häufigkeitskurve nur *ein* Maximum aufweist. Nach der Zweistromhypothese müßten die Sterne des einen Stromes ein Häufigkeitsmaximum für die Geschwindigkeit -15.2 km/sec, die Sterne des anderen Stromes ein solches für den Wert $+22.7$ km/sec aufweisen. Derartiges ist jedoch keineswegs angedeutet. STRÖMBERG schließt daher, daß wenigstens für die M-Riesen die Ellipsoidtheorie der Zweistromhypothese vorzuziehen ist.

Die Verteilung der y-Komponenten ist ausgesprochen asymmetrisch. Die Verteilungsfunktion der y-Komponenten stellt STRÖMBERG dar durch die Form $F(y)dy$ = Konstante $\times\ e^{-\alpha|y-c|-py-q}dy$, wo $F(y)dy$ die Anzahl der Sterne gibt, deren y-Komponenten zwischen y und $y + dy$ liegen. p erzeugt die Asymmetrie und heißt daher Asymmetriekonstante. Die numerischen Werte sind $\alpha = +0.070$ sec/km; $p = +0.021$ sec/km; $c = -9.0$ km/sec. Interessant ist, daß also die Asymmetrie auch bei Untersuchung einer einzelnen Sterngruppe bemerkbar wird.

Auch die Verteilung der z-Komponenten ist ein wenig asymmetrisch, kann aber durch einen Fakter von der Form e^{-py-q} nicht dargestellt werden.

Die dreidimensionale Häufigkeitsverteilung muß nicht notwendigerweise durch das Produkt $F(x)F(y)F(z)dxdydz$ dargestellt werden können. STRÖMBERG zeigt aber, daß die Verteilung in der Milchstraßenebene (x-, y-Ebene) dem Produkt $F(x)F(y)dxdy$ entspricht. Ähnliches gilt für die y-, z-Ebene (die auf der Milchstraßenebene senkrecht steht).

Eine eingehende statistische Untersuchung der Geschwindigkeiten der K-Sterne, getrennt für die Riesensterne und die Zwergsterne des Spektraltypus K, verdanken wir KABURAKI (2).

Zum Schluß mag noch ein Verzeichnis einschlägiger Arbeiten folgen, das jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen will. Auf die meisten dieser Arbeiten wurde durch eingeklammerte Nummern bereits verwiesen.

Literaturübersicht:

1. A. CORLIN, A study of stellar motions in the direction of the centre of the local star cluster and in the opposite direction. Festskrift für C. V. L. CHARLIER. (Meddelanden fran Lunds Astronomiska Observatorium Serie II, Nr. 49a.)
2. M. KABURAKI, On the distribution of the velocities of stars of the spectral type K. Annals of the Tokyo Astron. Observatory Appendix Nr. 14. Tokyo 1926.
3. B. LINDBLAD, On the state of motion in the galactic system. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 87, 553—564; mit 4 Fig.)
4. B. LINDBLAD, On the cause of the ellipsoidal distribution of stellar velocities. Arkiv Mat. Fys. 20 A, Nr. 17; 7 S. (Meddelanden fran astronomiska observatorium Upsala 26.)
5. J. H. OORT, Observational evidence confirming LINDBLADS hypothesis of a rotation of the galactic system. (Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands 3, 275—282.)
6. J. H. OORT, Investigations concerning the rotational motion of the galactic system, together with new determinations of secular parallaxes, precession and motion of the equinox. (Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands 4, 79—89; mit 2 Fig.)
7. J. H. OORT, Additional notes concerning the rotation of the galactic system. (Bulletin of the Astron. Inst. of the Netherlands 4, 91—92.)
8. A. PANNEKOEK, On the possible existence of large attracting masses in the centre of the galactic system. (Bull. of the Astr. Inst. of the Netherlands 4, 39—40.)
9. G. STRÖMBERG, The asymmetry in stellar motions and the existence of a velocity restriction in space. (The Astrophysical Journ. 59, 228—251; Contributions from the Mount Wilson Observatory 275.)
10. G. STRÖMBERG, The asymmetry in stellar motions as determined from radial velocities. (The Astrophysical Journ. 61, 363—388; Contr. from the Mt. Wilson Obs. 293.)
11. G. STRÖMBERG, The motions of the giant M stars. (The Astrophys. Journ. 65, 238—265; Contr. from the Mt. Wilson Obs. 332.)

R. HESS.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.